

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6672975号
(P6672975)

(45) 発行日 令和2年3月25日 (2020.3.25)

(24) 登録日 令和2年3月9日 (2020.3.9)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 5/02 (2006.01)

A 6 1 B 5/02 3 1 O M

A 6 1 B 5/02 3 1 O P

請求項の数 2 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2016-81950 (P2016-81950)
 (22) 出願日 平成28年4月15日 (2016.4.15)
 (65) 公開番号 特開2017-189502 (P2017-189502A)
 (43) 公開日 平成29年10月19日 (2017.10.19)
 審査請求日 平成31年3月5日 (2019.3.5)

(73) 特許権者 503246015
 オムロンヘルスケア株式会社
 京都府向日市寺戸町九ノ坪53番地
 (74) 代理人 110002505
 特許業務法人航栄特許事務所
 (74) 代理人 100115107
 弁理士 高松 猛
 (74) 代理人 100151194
 弁理士 尾澤 俊之
 (72) 発明者 北川 毅
 京都府向日市寺戸町九ノ坪53番地 オム
 ロンヘルスケア株式会社内
 (72) 発明者 山下 新吾
 京都府向日市寺戸町九ノ坪53番地 オム
 ロンヘルスケア株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脈波検出装置及び生体情報測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一の方向に並ぶ複数の圧力検出素子からなる2つの素子列が前記第一の方向に直交する第二の方向に間隔を空けて配列されたセンサ部と、

前記第一の方向が生体の体表面下の動脈の伸びる方向と交差する状態で前記体表面に前記センサ部を押圧する押圧部と、

前記第一の方向に伸びる第一の軸と前記第二の方向に伸びる第二の軸の各々の周りに前記センサ部を回転させる回転機構と、を備え、

前記2つの素子列の前記第二の方向の配列間隔が、5mm以上15mm以下であり、

前記第二の軸の周りの回転角度が最適角度に制御され、且つ、前記第一の軸の周りの回転角度が最適角度に制御された状態で前記圧力検出素子が検出する圧力信号の交流成分の大きさに基づいて前記複数の圧力検出素子の中から最適圧力検出素子が決定され、前記最適圧力検出素子の検出する圧力信号から生体情報が算出される脈波検出装置。

【請求項 2】

請求項1記載の脈波検出装置と、

前記最適圧力検出素子により検出された圧力信号に基づいて生体情報を算出する生体情報算出部と、を備える生体情報測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、脈波検出装置及び生体情報測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

手首の橈骨動脈等の動脈が通る生体部位の体表面に圧力センサを接触させた状態で、この圧力センサにより検出される情報を用いて脈拍、心拍、又は、血圧等の生体情報を測定することのできる生体情報測定装置が知られている（特許文献1参照）。

【0003】

特許文献1には、複数の圧力検出素子からなる複数の素子列を有する圧力センサを、この複数の素子列の配列方向と直交する方向（動脈と直交する方向）に伸びる軸の周りに回転させる駆動部を有する生体情報測定装置が開示されている。この生体情報測定装置は、複数の素子列の各々により検出された脈波のうちの最大振幅値同士を比較し、これらの振幅値が一致するように圧力センサを回転させている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平01-288228号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載の生体情報測定装置は、複数の素子列を有するため、脈波の検出精度を向上させる効果が期待できる。しかし、特許文献1には、複数の素子列の間隔をどの程度に設定するかについて具体的に記載されていない。

20

【0006】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、脈波の検出精度を向上させることのできる脈波検出装置とこれを備える生体情報測定装置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】

本発明の脈波検出装置は、第一の方向に並ぶ複数の圧力検出素子からなる2つの素子列が前記第一の方向に直交する第二の方向に間隔を空けて配列されたセンサ部と、前記第一の方向が生体の体表面下の動脈の伸びる方向と交差する状態で前記体表面に前記センサ部を押圧する押圧部と、前記第一の方向に伸びる第一の軸と前記第二の方向に伸びる第二の軸の各々の周りに前記センサ部を回転させる回転機構と、を備え、前記2つの素子列の前記第二の方向の配列間隔が、5mm以上15mm以下であり、前記第二の軸の周りの回転角度が最適角度に制御され、且つ、前記第一の軸の周りの回転角度が最適角度に制御された状態で前記圧力検出素子が検出する圧力信号の交流成分の大きさに基づいて前記複数の圧力検出素子の中から最適圧力検出素子が決定され、前記最適圧力検出素子の検出する圧力信号から生体情報が算出されるものである。

30

【0008】

本発明の生体情報測定装置は、前記脈波検出装置と、前記圧力検出素子により検出された圧力信号に基づいて生体情報を算出する生体情報算出部と、を備えるものである。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、脈波の検出精度を向上させることのできる脈波検出装置とこれを備える生体情報測定装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の一実施形態である生体情報測定装置の脈波検出部100の外観構成を示す模式図である。

【図2】図1に示す脈波検出部100の拡大図である。

【図3】図1に示す装着状態での脈波検出部100を利用者の肘側から見た図である。

50

【図 4】図 1 に示す装着状態での脈波検出部 100 を手首との接触部位側から見た図である。

【図 5】本実施形態の生体情報測定装置の脈波検出部 100 以外の部分のブロック構成を示す図である。

【図 6】本実施形態の生体情報測定装置の連続血圧測定モードの動作を説明するためのフローチャートである。

【図 7】図 6 に示すステップ S 3 の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図 8】図 7 のステップ S 38 で選択された選択素子列において橈骨動脈上に位置する注目素子により検出される圧力信号の変化を示す図である。

【図 9】図 6 に示すステップ S 5 の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図 10】図 1 に示す脈波検出部 100 のロール角を 3 つの値に制御した状態を示す図である。

【図 11】図 10 に示すようにロール角が制御された状態で選択素子列の各圧力検出素子により検出される圧力信号の DC レベルと、この各圧力検出素子の位置との関係を示すグラフである。

【図 12】図 6 に示すステップ S 8 の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図 13】第一注目素子と第二注目素子により検出される圧力信号の一例を示す図である。

【図 14】第一注目素子と第二注目素子により検出される圧力信号の一例を示す図である。

【図 15】図 6 に示すステップ S 5 の詳細処理の変形例を示すフローチャートである。

【図 16】素子列の動脈方向の位置を変えながら脈波を検出した実験の結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0012】

図 1 は、本発明の一実施形態である生体情報測定装置の脈波検出部 100 の外観構成を示す模式図である。本実施形態の生体情報測定装置は、図示しないバンドにより、生体情報の測定対象となる動脈（図 1 の例では橈骨動脈 T）が内部に存在する生体部位（図 1 の例では利用者の左手の手首）に装着して用いられる。

【0013】

図 2 は、図 1 に示す脈波検出部 100 の拡大図である。図 3 は、図 1 に示す装着状態での脈波検出部 100 を利用者の肘側から見た図である。図 4 は、図 1 に示す装着状態での脈波検出部 100 を手首との接触部位側から見た図である。図 1 ~ 図 4 は、脈波検出部 100 を模式的に示したものであり、各部の寸法や配置等を限定するものではない。

【0014】

脈波検出部 100 は、空気袋 2 を内蔵する筐体 1 と、空気袋 2 に固定された平面状の部材である平板部 3 と、平板部 3 に対して 2 軸回転機構 5 a により 2 つの軸の各々を中心に回転可能に支持された回動部 5 と、回動部 5 の平板部 3 側とは反対側の平面に設けられたセンサ部 6 とを備える。

【0015】

空気袋 2 は、図 1 に示すように、脈波検出部 100 が手首に装着された状態で、センサ部 6 の押圧面 6 b を生体部位（手首）の体表面に対して押圧する押圧部として機能する。押圧部は、センサ部 6 を動脈に対して押圧できる機構であれば何でもよく、空気袋を用いたものには限定されない。

【0016】

空気袋 2 は、図示しないポンプにより、内部の空気量が制御されることで、空気袋 2 に固定された平板部 3 を平板部 3 の表面（回動部 5 側の平面）に垂直な方向に移動させる。

【0017】

10

20

30

40

50

図 1 に示す装着状態では、脈波検出部 100 に含まれるセンサ部 6 の押圧面 6b が利用者の手首の皮膚に接触する。この状態で空気袋 2 に注入される空気量が増えることで、空気袋 2 の内圧が増加し、センサ部 6 は体表面に向けて押圧される。以下、センサ部 6 による体表面への押圧力は、空気袋 2 の内圧と等価であるとして説明する。

【0018】

図 4 に示すように、センサ部 6 は、一方向である方向 B に並ぶ複数個の圧力検出素子 6a からなる素子列 60 と、方向 B に並ぶ複数個の圧力検出素子 7a からなる素子列 70 と、を有する。素子列 60 と素子列 70 は方向 B と直交する方向 A に配列されている。脈波検出部 100 が手首に装着された状態では、素子列 60 が末梢側に配置され、素子列 70 が中枢側に配置される。

10

【0019】

各圧力検出素子 6a と、この圧力検出素子 6a と方向 B での位置が同じ圧力検出素子 7a とがペアを構成し、センサ部 6 には、このペアが方向 B に複数配列された構成となっている。圧力検出素子 6a と圧力検出素子 7a は、それぞれ、例えば、歪ゲージ抵抗式、半導体圧電抵抗式、又は、静電容量式等の素子が用いられる。

【0020】

素子列 60 と素子列 70 に含まれる各圧力検出素子は同一平面上に形成されており、この平面が樹脂等の保護部材によって保護されている。各圧力検出素子が形成された平面と、この平面を保護する保護部材の表面とは平行になっており、この保護部材の表面が押圧面 6b を構成する。

20

【0021】

各圧力検出素子 6a (7a) は、その配列方向が橈骨動脈 T と交差 (略直交) するように橈骨動脈 T に対して押圧されることにより、橈骨動脈 T から発生して皮膚に伝達される圧力振動波、すなわち脈波を検出することができる。

【0022】

圧力検出素子 6a (7a) の配列方向の間隔は、橈骨動脈 T 上に必要かつ十分な数が配置されるように充分小さくされている。圧力検出素子 6a (7a) の配列長さは、橈骨動脈 T の径寸法より必要かつ充分に大きくされている。

【0023】

図 4 に示すように、2 軸回転機構 5a は、空気袋 2 による平板部 3 の押圧方向に直交する 2 つの軸である第一の軸 X 及び第二の軸 Y の各々を中心に回動部 5 を回転させるための機構である。

30

【0024】

2 軸回転機構 5a は、後述する回転駆動部 10 によって回転駆動されて、平板部 3 の表面上に設定された互いに直交する第一の軸 X 及び第二の軸 Y の各々を中心に回動部 5 を回転させる。

【0025】

第一の軸 X は、素子列 60 又は素子列 70 における圧力検出素子の配列方向 (方向 B) に伸びる軸である。第一の軸 X は、図 4 の例では、素子列 60 と素子列 70 との間 (図 4 の例では中間) に設定されている。第一の軸 X の方向 A における位置は任意である。

40

【0026】

第二の軸 Y は、素子列 60 と素子列 70 の配列方向 (方向 A) に伸びる軸である。第二の軸 Y は、図 4 の例では、素子列 60 と素子列 70 をそれぞれ均等に 2 分割する直線上に設定されている。第二の軸 Y の方向 B における位置は任意である。

【0027】

回動部 5 が第一の軸 X を中心に回転することで、センサ部 6 は第一の軸 X の周りに回転する。また、回動部 5 が第二の軸 Y を中心に回転することで、センサ部 6 は第二の軸 Y の周りに回転する。

【0028】

以下では、センサ部 6 の第一の軸 X の周りへの回転をピッチ回転という。また、センサ

50

部 6 の第一の軸 X の周りの回転角度のことをピッチ角という。また、センサ部 6 の第二の軸 Y の周りへの回転をロール回転という。また、センサ部 6 の第二の軸 Y の周りの回転角度のことをロール角という。

【 0 0 2 9 】

ピッチ角は、押圧方向に対して垂直な面と押圧面 6 b とのなす角度で定義される。押圧面 6 b が押圧方向に対して垂直になっている状態はピッチ角 = 0 度である。この状態からセンサ部 6 を回転可能な方向の一方の方向（プラス方向）にピッチ回転させたときのピッチ角をプラスの値とし、センサ部 6 を該一方の方向の逆方向（マイナス方向）にピッチ回転させたときのピッチ角をマイナスの値とする。

【 0 0 3 0 】

以下では、ピッチ角 = 0 度の状態から、素子列 6 0 が体表面に近づく方向にセンサ部 6 が回転する方向（図 1 において反時計回りの方向）をピッチ回転のプラス方向とし、素子列 6 0 が体表面から離れる方向にセンサ部 6 が回転する方向（図 1 において時計回りの方向）をピッチ回転のマイナス方向とする。

【 0 0 3 1 】

ロール角は、押圧方向に対して垂直な面と押圧面 6 b とのなす角度で定義される。押圧面 6 b が押圧方向に対して垂直になっている状態はロール角 = 0 度である。この状態からセンサ部 6 を回転可能な方向の一方の方向（プラス方向）にロール回転させたときのロール角をプラスの値とし、センサ部 6 を該一方の方向の逆方向（マイナス方向）にロール回転させたときのロール角をマイナスの値とする。

【 0 0 3 2 】

以下では、図 3 において、ロール角 = 0 度の状態からセンサ部 6 が反時計回りに回転する方向をロール回転のプラス方向とし、ロール角 = 0 度の状態からセンサ部 6 が時計回りに回転する方向をロール回転のマイナス方向とする。

【 0 0 3 3 】

ピッチ角とロール角は、それぞれ複数の値に制御可能である。

【 0 0 3 4 】

図 5 は、本実施形態の生体情報測定装置の脈波検出部 1 0 0 以外の部分のブロック構成を示す図である。

【 0 0 3 5 】

生体情報測定装置は、脈波検出部 1 0 0 と、回転駆動部 1 0 と、空気袋駆動部 1 1 と、装置全体を統括制御する制御部 1 2 と、表示部 1 3 と、操作部 1 4 と、メモリ 1 5 と、を備える。

【 0 0 3 6 】

脈波検出部 1 0 0 のセンサ部 6 には、温度検出部 7 が設けられている。温度検出部 7 は、圧力検出素子 6 a , 7 a 近傍の温度を検出し、検出した温度情報を制御部 1 2 に入力する。

【 0 0 3 7 】

回転駆動部 1 0 は、脈波検出部 1 0 0 の 2 軸回転機構 5 a を駆動するアクチュエータである。回転駆動部 1 0 は、制御部 1 2 の指示にしたがい 2 軸回転機構 5 a を駆動して、センサ部 6 を第一の軸 X の周りに回転させたり、センサ部 6 を第二の軸 Y の周りに回転させたりする。

【 0 0 3 8 】

空気袋駆動部 1 1 は、ポンプ等により構成され、制御部 1 2 の指示のもと、空気袋 2 に注入する空気量（空気袋 2 の内圧）を制御する。

【 0 0 3 9 】

表示部 1 3 は、生体情報等の各種情報を表示するためのものであり、例えば液晶表示装置等により構成される。

【 0 0 4 0 】

操作部 1 4 は、制御部 1 2 に対する指示信号を入力するためのインターフェースであり

10

20

30

40

50

、生体情報の測定を含む各種動作の開始を指示するためのボタン等により構成される。

【 0 0 4 1 】

メモリ 1 5 は、センサ部 6 により検出されて生体情報の算出に利用される圧力信号及び算出された生体情報等の各種情報を記憶する記憶媒体であり、例えばフラッシュメモリ等により構成される。メモリ 1 5 は着脱可能なものであってもよい。

【 0 0 4 2 】

制御部 1 2 は、プロセッサを主体に構成されており、プロセッサの実行するプログラム等が記憶される ROM (R e a d O n l y M e m o r y)、及び、ワークメモリとしての RAM (R a n d o m A c c e s s M e m o r y) 等を含む。

【 0 0 4 3 】

このプログラムは、制御プログラムを含む。ROM は、プログラムをコンピュータが読取可能な一時的でない (n o n - t r a n s i t o r y) 記憶媒体である。ROM に記憶されたプログラムは、ネットワークを介して別の機器からダウンロードされて記憶されたものであってもよい。

【 0 0 4 4 】

制御部 1 2 は、プロセッサが制御プログラムを含むプログラムを実行することにより、以下の機能を有する。

【 0 0 4 5 】

制御部 1 2 は、空気袋駆動部 1 1 を制御して空気袋 2 内の空気量を調整することで、センサ部 6 による手首への押圧力を制御する。制御部 1 2 は、押圧力制御部として機能する。

【 0 0 4 6 】

制御部 1 2 は、回転駆動部 1 0 を制御してセンサ部 6 を回転させて、センサ部 6 のピッチ角及びロール角を制御する。制御部 1 2 は、回転制御部として機能する。

【 0 0 4 7 】

制御部 1 2 は、温度検出部 7 により検出された温度に基づいて、圧力検出素子 6 a , 7 a により検出される圧力信号 (出力信号) の基準レベルを設定する。この基準レベルの設定により、圧力検出素子 6 a , 7 a により検出される圧力信号のレベルは、設定された基準レベルを基準にした値として処理される。制御部 1 2 は基準レベル設定部として機能する。

【 0 0 4 8 】

制御部 1 2 は、センサ部 6 のピッチ角を第一の値に制御し、かつ、センサ部 6 のロール角を第二の値に制御し、かつ、空気袋 2 によってセンサ部 6 を体表面に押圧した状態 (以下、脈波計測状態という) で、センサ部 6 の中から選択された圧力検出素子により検出される圧力信号をメモリ 1 5 に記憶する。制御部 1 2 は記憶制御部として機能する。

【 0 0 4 9 】

制御部 1 2 は、脈波計測状態で検出されてメモリ 1 5 に記憶された圧力信号に基づいて生体情報を算出し、算出した生体情報をメモリ 1 5 に記憶する。制御部 1 2 は生体情報算出部として機能する。

【 0 0 5 0 】

生体情報としては、脈波に基づいて算出できるものであれば何でもよい。例えば、制御部 1 2 は、生体情報として、SBP (S y s t o l i c B l o o d p r e s s u r e) 及びDBP (D i a s t o l i c B l o o d p r e s s u r e) 等の血圧情報、脈拍数等の脈拍情報、又は、心拍数等の心拍情報、等を算出する。

【 0 0 5 1 】

なお、生体情報算出部は、生体情報測定装置とは別の電子機器が有するものであってもよい。この場合は、生体情報測定装置のメモリ 1 5 に記憶された圧力信号が電子機器に転送され、この電子機器において生体情報が算出され記憶される。

【 0 0 5 2 】

制御部 1 2 は、空気袋 2 によってセンサ部 6 を体表面に押圧した状態で、センサ部 6 の

10

20

30

40

50

圧力検出素子により検出される圧力信号に基づいて設定可能な複数のロール角の中から上記の第二の値を決定し、ロール角をこの決定した第二の値に制御する。

【 0 0 5 3 】

そして、制御部 1 2 は、ロール角を第二の値に制御した状態でセンサ部 6 の 1 つ又は複数の圧力検出素子により検出される圧力信号に基づいて、設定可能な複数のピッチ角の中から上記の第一の値を決定する。制御部 1 2 は回転角決定部として機能する。

【 0 0 5 4 】

脈波検出部 1 0 0、回転駆動部 1 0、及び、空気袋駆動部 1 1 と、制御部 1 2 の機能ブロック（押圧力制御部、回転制御部、基準レベル設定部、記憶制御部、回転角決定部）とにより脈波検出装置が構成される。

10

【 0 0 5 5 】

以下、本実施形態の生体情報測定装置の動作について説明する。本実施形態の生体情報測定装置は、1 拍毎に S B P 及び D B P を算出して表示部 1 3 に表示する連続血圧測定モードを有する。

【 0 0 5 6 】

図 6 は、本実施形態の生体情報測定装置の連続血圧測定モードの動作を説明するためのフローチャートである。

【 0 0 5 7 】

なお、脈波検出部 1 0 0 は、血圧測定指示がなされる前の初期状態では、ピッチ角とロール角が共に例えば 0 度に設定され、押圧面 6 b が押圧方向に垂直になっているものとする。

20

【 0 0 5 8 】

ここでは、ピッチ角とロール角をそれぞれ 0 度とした状態を初期状態とするが、これに限らない。例えば、脈波検出部 1 0 0 が手首に装着された状態で、その手首の形状に応じて、押圧面 6 b が皮膚に均等に接触するように、回転駆動部 1 0 がセンサ部 6 をロール回転又はピッチ回転させた状態を初期状態としてもよい。

【 0 0 5 9 】

血圧測定指示があると、制御部 1 2 は、温度検出部 7 により検出された温度情報を取得し、この温度情報に基づいて、センサ部 6 の各圧力検出素子 6 a、7 a により検出される圧力信号の基準レベルの設定を行う（ステップ S 1）。

30

【 0 0 6 0 】

本実施形態では、センサ部 6 に含まれる各圧力検出素子 6 a、7 a として、押圧面 6 b が物体に接触していない状態で検出される圧力信号（オフセットレベル）が温度によって変化するものを用いている。

【 0 0 6 1 】

そこで、制御部 1 2 は、温度検出部 7 により検出された温度に基づいて、圧力検出素子 6 a、7 a により検出される圧力信号の基準レベルを設定する。この基準レベルの設定により、圧力検出素子 6 a、7 a により検出される圧力信号のレベルは、設定された基準レベルを基準にした値として処理される。

【 0 0 6 2 】

40

圧力検出素子 6 a、7 a により検出される圧力信号には、拍動に依存しない直流成分と、拍動によって変動する交流成分とが含まれる。拍動によって変動した圧力信号の波形の立ち上がり点のレベルが直流成分のレベル（D C レベル）である。拍動によって変動した圧力信号の波形の立ち上がり点とピークとの差分値が交流成分のレベル（A C レベル）である。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 の後、制御部 1 2 は、空気袋駆動部 1 1 を制御して空気袋 2 への空気の注入を開始し、センサ部 6 による体表面への押圧力を増加させる（ステップ S 2）。

【 0 0 6 4 】

制御部 1 2 は、ステップ S 2 で開始した押圧力の増加過程において素子列 6 0 及び素子

50

列 7 0 の各々の圧力検出素子により検出される圧力信号に基づいて、素子列 6 0 と素子列 7 0 のいずれか一方を選択する（ステップ S 3 ）。

【 0 0 6 5 】

ここでは、制御部 1 2 は、素子列 6 0 と素子列 7 0 のうち、増加過程においてより速く橈骨動脈 T を閉塞できたものを選択する。以下、ステップ S 3 の処理について、図 7 を参照して詳述する。

【 0 0 6 6 】

図 7 は、図 6 に示すステップ S 3 の詳細を説明するためのフローチャートである。

【 0 0 6 7 】

制御部 1 2 は、ステップ S 2 で開始した押圧力の増加過程において、素子列 6 0 の各圧力検出素子 6 a により検出される圧力信号に基づいて、素子列 6 0 を構成する全ての圧力検出素子 6 a の中から、橈骨動脈 T 上に位置する 1 つの圧力検出素子である注目素子（以下、第一注目素子という）を決定する（ステップ S 3 0 ）。

【 0 0 6 8 】

例えば、制御部 1 2 は、任意のタイミングで各圧力検出素子 6 a により検出された圧力信号を交流成分と直流成分に分け、A C レベルが交流閾値以上となりかつ D C レベルが直流閾値以下となる圧力検出素子 6 a を第一注目素子として決定する。

【 0 0 6 9 】

また、制御部 1 2 は、A C レベルが交流閾値以上となりかつ D C レベルが直流閾値以下となる圧力検出素子 6 a が複数ある場合には、この複数の圧力検出素子 6 a のうち、A C レベルが最大かつ D C レベルが最小となるものを第一注目素子として決定する。

【 0 0 7 0 】

制御部 1 2 は、素子列 6 0 の I D と、ステップ S 3 0 で決定した第一注目素子の I D と、この第一注目素子により検出された圧力信号と、この圧力信号の検出時刻と、この検出時刻での空気袋 2 による押圧力と、を対応付けて R A M に記憶する（ステップ S 3 1 ）。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 3 1 の後、制御部 1 2 は、R A M に記憶された検出時刻毎の第一注目素子の圧力信号に基づいて、ステップ S 3 0 で決定した第一注目素子により検出された圧力信号の A C レベルがピークを過ぎたか否かを判定する（ステップ S 3 2 ）。

【 0 0 7 2 】

具体的には、制御部 1 2 は、ステップ S 3 0 で決定した第一注目素子の圧力信号の検出時刻の直前の検出時刻に対応する圧力信号の第一の A C レベルと、ステップ S 3 0 で決定した第一注目素子の圧力信号の第二の A C レベルとを比較する。

【 0 0 7 3 】

そして、制御部 1 2 は、第二の A C レベルが第一の A C レベルに対して閾値以上小さくなっている場合に、ステップ S 3 0 で決定した第一注目素子により検出された圧力信号の A C レベルがピークを過ぎたと判定する。

【 0 0 7 4 】

制御部 1 2 は、第二の A C レベルが第一の A C レベルに対して閾値以上小さくない場合、又は、第一注目素子の圧力信号の A C レベルが R A M に 1 つしか記憶されていない場合には、ステップ S 3 0 で決定した第一注目素子により検出された圧力信号の A C レベルがピークを過ぎていないと判定する。

【 0 0 7 5 】

ステップ S 3 2 の判定が N O の場合、制御部 1 2 はステップ S 3 0 に処理を戻す。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 3 2 の判定が Y E S の場合、制御部 1 2 は、ステップ S 3 0 で決定した第一注目素子により検出された圧力信号の A C レベルが、R A M に記憶されている第一注目素子の圧力信号の A C レベルの最大値よりも小さい閉塞完了判定閾値（以下、第一の閉塞完了判定閾値という）に達しているか否かを判定する（ステップ S 3 3 ）。

【 0 0 7 7 】

第一の閉塞完了判定閾値は、ＲＡＭに記憶された第一注目素子の圧力信号のＡＣレベルの最大値に対し、０より大きく１よりも小さい係数 を乗じた値が設定される。

【００７８】

第一の閉塞完了判定閾値は、素子列６０によって橈骨動脈Ｔが閉塞されたか否かを判定するための値である。係数 は、この目的に沿って判定精度が確保できる程度の値が設定される。係数 は、一例として０．５とされる。

【００７９】

ステップＳ３３の判定がＮＯの場合、制御部１２はステップＳ３０に処理を戻す。

【００８０】

ステップＳ３３の判定がＹＥＳの場合、制御部１２はステップＳ３８の処理を行う。

10

【００８１】

ステップＳ３０～ステップＳ３３の処理と並行して、制御部１２は、ステップＳ３４～ステップＳ３７の処理を行う。

【００８２】

ステップＳ３４において、制御部１２は、ステップＳ２で開始した押圧力の増加過程において、素子列７０の各圧力検出素子７ａにより検出される圧力信号に基づいて、素子列７０を構成する全ての圧力検出素子７ａの中から、橈骨動脈Ｔ上に位置する１つの圧力検出素子である注目素子（以下、第二注目素子という）を決定する。

【００８３】

第二注目素子の決定方法は第一注目素子の決定方法と同様である。なお、ステップＳ３４の処理は、ステップＳ３０の処理と同時刻に行われる。

20

【００８４】

ステップＳ３４の次のステップＳ３５において、制御部１２は、素子列７０のＩＤと、ステップＳ３４で決定した第二注目素子のＩＤと、この第二注目素子により検出された圧力信号と、この圧力信号の検出時刻と、この検出時刻での空気袋２による押圧力と、を対応付けてＲＡＭに記憶する。

【００８５】

ステップＳ３５の次のステップＳ３６において、制御部１２は、ＲＡＭに記憶された検出時刻毎の第二注目素子の圧力信号に基づいて、ステップＳ３４で決定した第二注目素子により検出された圧力信号のＡＣレベルがピークを過ぎたか否かを判定する。この判定方法は、ステップＳ３２と同様である。

30

【００８６】

ステップＳ３６の判定がＮＯの場合、制御部１２はステップＳ３４に処理を戻す。

【００８７】

ステップＳ３６の判定がＹＥＳの場合、制御部１２は、ステップＳ３４で決定した第二注目素子により検出された圧力信号のＡＣレベルが、ＲＡＭに記憶されている第二注目素子の圧力信号のＡＣレベルの最大値よりも小さい閉塞完了判定閾値（以下、第二の閉塞完了判定閾値という）に達しているか否かを判定する（ステップＳ３７）。

【００８８】

第二の閉塞完了判定閾値は、ＲＡＭに記憶されている第二注目素子の圧力信号のＡＣレベルの最大値に対し上記の係数 を乗じた値が設定される。

40

【００８９】

ステップＳ３７の判定がＮＯの場合、制御部１２はステップＳ３４に処理を戻す。ステップＳ３７の判定がＹＥＳの場合、制御部１２はステップＳ３８の処理を行う。

【００９０】

ステップＳ３８において、制御部１２は、素子列６０と素子列７０のうち、ＡＣレベルが先に閉塞完了判定閾値に達した注目素子を含む素子列を選択する。

【００９１】

つまり、圧力信号のＡＣレベルが第一の閉塞完了判定閾値に達した第一注目素子の当該圧力信号の検出時刻が、圧力信号のＡＣレベルが第二の閉塞完了判定閾値に達した第二注

50

目素子の当該圧力信号の検出時刻よりも早い場合、つまり、ステップS 3 3の判定がYESになるタイミングが、ステップS 3 7の判定がYESになるタイミングよりも早い場合には、ステップS 3 8において、素子列6 0が選択される。

【0092】

逆に、圧力信号のACレベルが第一の閉塞完了判定閾値に達した第一注目素子の当該圧力信号の検出時刻が、圧力信号のACレベルが第二の閉塞完了判定閾値に達した第二注目素子の当該圧力信号の検出時刻よりも遅い場合、つまり、ステップS 3 7の判定がYESになるタイミングが、ステップS 3 3の判定がYESになるタイミングよりも早い場合には、ステップS 3 8において、素子列7 0が選択される。

【0093】

制御部1 2は、ステップS 3 8において素子列を選択した時点で、ステップS 3 0～ステップS 3 7の処理を停止する。ステップS 3 8において選択した素子列を以下では選択素子列という。

【0094】

次に、制御部1 2は、RAMに記憶されている、上記の選択素子列について決定した注目素子のACレベルが閉塞完了判定閾値に達した時点での空気袋2の押圧力(HDP_{max})を第一の押圧値に設定する(ステップS 3 9)。選択素子列について決定された注目素子のうち、ACレベルが閉塞完了判定閾値に達した注目素子を閉塞完了時注目素子ともいう。

【0095】

次に、制御部1 2は、RAMに記憶されている、上記の選択素子列について決定した注目素子のACレベルが最大値に達した時点での空気袋2の押圧力(HDP_{ACmax})を第二の押圧値に設定する(ステップS 4 0)。

【0096】

ここでは、圧力検出素子6 a, 7 aにより検出される圧力信号に基づいて素子列6 0と素子列7 0のいずれか一方が選択素子列として選択されるが、センサ部6に含まれる素子列6 0と素子列7 0のどちらを選択素子列とすべきかが予め設定されていてもよい。

【0097】

例えば素子列6 0が選択素子列として予め設定されている場合には、ステップS 3 4～ステップS 3 7の処理とステップS 3 8の処理は省略することができる。この場合は、ステップS 3 3の判定がYESになった場合にステップS 3 9以降の処理が行われる。

【0098】

図8は、図7のステップS 3 8で選択された選択素子列において決定された注目素子により検出される圧力信号の変化を示す図である。横軸は時刻であり、縦軸は圧力値である。各時刻における圧力値は、各時刻において決定された注目素子により検出された圧力信号のレベルである。

【0099】

血圧測定指示があると、時刻 t_0 の前に、センサ部6の基準レベルが設定される(図6のステップS 1)。そして、時刻 t_0 において押圧力の増加が開始される(図6のステップS 2)。

【0100】

押圧力が増加しはじめると、注目素子により検出される圧力信号のACレベルは、時刻 t_1 においてピーク(AC_{max})に達し、時刻 t_2 において、 AC_{max} に係数(ここでは0.5)を乗じた値に達する。そして、時刻 t_2 において、選択素子列が決定される。

【0101】

なお、時刻 t_0 ～時刻 t_2 の間は、図7に示したように、素子列6 0, 7 0の各々に対して、時刻毎に橈骨動脈T上に位置する注目素子が決定される。

【0102】

時刻 t_2 では、時刻 t_2 での押圧力(HDP_{max})が第一の押圧値として設定される

10

20

30

40

50

(図7のステップS39)。また、時刻 t_2 では、時刻 t_1 での押圧力(HDP_{ACmax})が第二の押圧値として設定される(図7のステップS40)。

【0103】

図6の説明に戻り、ステップS3の処理によって選択素子列が決まると、制御部12は、空気袋2による押圧力を図7のステップS39で設定した第一の押圧値に制御し、この状態で押圧力を保持する(ステップS4)。

【0104】

押圧力が第一の押圧値に保持された状態で、制御部12は、選択素子列に含まれる複数の圧力検出素子により検出されるDCレベルを取得し、取得したDCレベルに基づいて、ステップS14以降の校正用データ生成時及び連続血圧測定時に制御すべきロール角(以下、最適ロール角という)を決定する(ステップS5)。

【0105】

図9は、図6に示すステップS5の詳細を説明するためのフローチャートである。

【0106】

まず、制御部12は、回転駆動部10を制御して、ロール角を任意の値に制御する(ステップS51)。

【0107】

次に、制御部12は、選択素子列の各圧力検出素子のうちの閉塞完了時注目素子である第一の圧力検出素子(図8の時刻 t_2 の時点で決定された注目素子)と、この第一の圧力検出素子の橈骨側の隣にある第二の圧力検出素子と、この第一の圧力検出素子の尺骨側の隣にある第三の圧力検出素子とによりそれぞれ検出された圧力信号のDCレベルを取得する(ステップS52)。

【0108】

次に、制御部12は、取得した3つのDCレベルと、第一の圧力検出素子～第三の圧力検出素子の位置との関係を示すグラフの平坦度を算出し、算出した平坦度を、現在制御しているロール角の値と対応付けてRAMに記憶する(ステップS53)。

【0109】

例えば、制御部12は、この3つのDCレベルの分散又は標準偏差を求め、求めた分散又は標準偏差の逆数を平坦度として扱う。平坦度は、この3つのDCレベルのバラツキの小ささを示す数値となる。

【0110】

次に、制御部12は、制御可能な全てのロール角の各々について平坦度を算出したか否かを判定する(ステップS54)。

【0111】

全てのロール角について平坦度を算出していない場合(ステップS54:NO)には、制御部12は、回転駆動部10を制御して、平坦度をまだ算出していないロール角に変更し(ステップS55)、その後、ステップS52以降の処理を行う。

【0112】

全てのロール角について平坦度を算出した場合(ステップS54:YES)には、制御部12は、ステップS53の処理でRAMに記憶されたロール角のうち、対応付けられている平坦度が最大(DCレベルのバラツキが最小と同義)となるロール角を最適ロール角として決定する(ステップS56)。なお、制御部12は、ステップS51においてロール角を任意の値に制御した後、予め決められた時間待機し、この時間経過後のタイミングで選択素子列の第一～第三の圧力検出素子により検出された圧力信号のDCレベルを取得するのが好ましい。ロール角がある値から他の値に変更された直後には、センサ部6による体表面の押圧姿勢が変化するため、血流が大きく変動している可能性がある。そこで、ロール角を任意の値に制御してから少し待った後に検出される圧力信号のDCレベルを取得することで、血流変化の影響を低減することができる。

【0113】

図10は、図1に示す脈波検出部100のロール角を3つの値に制御した状態を示す図

10

20

30

40

50

である。図 10 (a) はロール角が $+a$ 度に制御された状態を示す。図 10 (b) はロール角が 0 度に制御された状態を示す。図 10 (c) はロール角が $-a$ 度に制御された状態を示す。 a は任意の値である。

【 0 1 1 4 】

図 11 は、図 10 に示すようにロール角が制御された状態で選択素子列の各圧力検出素子により検出される圧力信号の DC レベルと、この各圧力検出素子の位置との関係を示すグラフである。

【 0 1 1 5 】

図 11 に示す曲線 110 は、図 10 (a) に示す状態で各圧力検出素子により検出された圧力信号の DC レベルの一例を示している。図 10 (a) に示す状態では、選択素子列において橈骨 TB 側の端部が橈骨 TB と近い位置にある。このため、曲線 110 の形状は、橈骨 TB 側の端部において DC レベルが高くなる形状となっている。

10

【 0 1 1 6 】

図 11 に示す曲線 111 は、図 10 (b) に示す状態で各圧力検出素子により検出された圧力信号の DC レベルの一例を示している。図 10 (b) に示す状態では、図 10 (a) に示す状態と比べると、橈骨 TB からの圧力が弱くなる。このため、曲線 111 の傾斜は、曲線 110 の傾斜よりも緩やかになっている。

【 0 1 1 7 】

図 11 に示す曲線 112 は、図 10 (c) に示す状態で各圧力検出素子により検出された圧力信号の DC レベルの一例を示している。図 10 (c) に示す状態では、図 10 (b) に示す状態と比べると、橈骨 TB からの圧力が弱くなる。このため、曲線 112 の傾斜は、曲線 111 の傾斜よりも緩やかになり、3つの曲線 110, 111, 112 の中で最も平坦度が高くなっている。

20

【 0 1 1 8 】

このように、素子列の各圧力検出素子により検出される圧力信号の DC レベルを見ることが、骨又は腱等の硬い組織からの圧力の分布を把握することができる。

【 0 1 1 9 】

なお、最適ロール角決定時の押圧力は、ロール角を変更することで曲線 110 ~ 112 のように曲線に変化が生じる程度に大きすぎない値であることが好ましい。また、最適ロール角決定時の押圧力は、硬い組織からの圧力信号が検出される程度（橈骨動脈 T が十分に閉塞する程度）の値とすることが好ましい。

30

【 0 1 2 0 】

つまり、上記係数 の値を適度な大きさにすることで、最適ロール角決定時の押圧力を適度な大きさにすることができ、硬い組織からの圧力分布を正確に把握することができる。

【 0 1 2 1 】

図 11 に示した曲線は、選択素子列に含まれる全ての圧力検出素子により検出される圧力信号の DC レベルによって形成されたものである。この選択素子列の下方には、橈骨、橈骨動脈、腱がこの順に並んで存在する。

【 0 1 2 2 】

40

このため、図 11 に示す曲線の形状は、橈骨からの圧力が強く検出されていて、選択素子列に含まれる圧力検出素子のうちの最も橈骨に近い位置（橈骨側端部）にある圧力検出素子の DC レベルが、選択素子列に含まれる圧力検出素子のうちの最も尺骨に近い位置（尺骨側端部）にある圧力検出素子の DC レベルよりも高くなる形状と、腱からの圧力が強く検出されていて、橈骨側端部の圧力検出素子の DC レベルが、尺骨側端部の圧力検出素子の DC レベルよりも低くなる形状と、平坦な形状と、の主に 3つのパターンをとる。

【 0 1 2 3 】

したがって、制御部 12 は、図 9 のステップ S53 において、選択素子列に含まれる圧力検出素子のうちの橈骨側端部の圧力検出素子を上述した第二の圧力検出素子とし、選択素子列に含まれる圧力検出素子のうちの尺骨側端部の圧力検出素子を上記の第三の圧力検

50

出素子として、図 11 に示した曲線の平坦度を算出してもよい。

【0124】

また、制御部 12 は、図 9 のステップ S52 において、選択素子列の橈骨側端部と尺骨側端部の各々にある 2 つの圧力検出素子により検出された圧力信号の DC レベルを取得し、図 9 のステップ S53 において、この 2 つの DC レベルの差の逆数を、図 11 に示した曲線の平坦度として扱ってもよい。

【0125】

選択素子列に含まれる複数の圧力検出素子の位置とこれらにより検出された DC レベルとの関係を示すグラフが平坦であるほど、硬い組織からの圧力の影響が少なく、硬い組織に邪魔されずに橈骨動脈 T を押圧できていることを意味する。

10

【0126】

硬い組織に邪魔されずに橈骨動脈 T を押圧できる状態を得るために、制御部 12 は、制御可能な全てのロール角について平坦度を算出し、算出した平坦度が最大となったロール角を最適ロール角として決定している。

【0127】

なお、制御部 12 は、選択素子列に含まれる全ての圧力検出素子により検出された圧力信号の DC レベルのバラツキから平坦度を算出し、算出した平坦度が最大となるロール角を最適ロール角として決定してもよい。

【0128】

上述したように、平坦度の算出に用いる DC レベルの数を 2 つ又は 3 つに限定することで演算量を削減することができる。この結果、消費電力の低減、最適ロール角の決定の高速化を実現することができる。

20

【0129】

また、図 6 のステップ S5 では、制御部 12 が、素子列 60 と素子列 70 のいずれか一方の素子列の複数の圧力検出素子により検出される圧力信号の DC レベルに基づいて最適ロール角を決定するものとしたが、これに限らない。制御部 12 は、素子列 60 と素子列 70 の各々の圧力検出素子により検出される圧力信号の DC レベルに基づいて最適ロール角を決定してもよい。

【0130】

例えば、制御部 12 は、図 9 のステップ S52 において、素子列 60 と素子列 70 のそれぞれについて、複数の圧力検出素子により検出された圧力信号の DC レベルを取得する。

30

【0131】

そして、制御部 12 は、図 9 のステップ S53 において、素子列 60 について取得した複数の DC レベルに基づいて平坦度を算出して、現時点で制御中のロール角と対応付けて記憶し、素子列 70 について取得した複数の DC レベルに基づいて平坦度を算出して、現時点で制御中のロール角と対応付けて記憶する。

【0132】

制御部 12 は、全てのロール角について素子列毎に平坦度を算出した後、図 9 のステップ S56 において、最大の平坦度が対応付けられているロール角を最適ロール角として決定すればよい。

40

【0133】

図 6 の説明に戻り、ステップ S5 の後、制御部 12 は、センサ部 6 のロール角をステップ S5 で決定した最適ロール角に制御する（ステップ S6）。また、制御部 12 は、空気袋 2 による押圧力を図 7 のステップ S40 で設定した第二の押圧値に制御し、この状態で押圧力を保持する（ステップ S7）。

【0134】

ステップ S5 ～ステップ S7 の処理を、図 8 を参照して説明する。なお、図 8 は、ロール角が 0 度、+ 1 度、- 1 度の 3 つに制御可能な場合の動作例を示している。1 は任意の値である。

50

【 0 1 3 5 】

図 8 に示すように、時刻 t_2 ~ 時刻 t_3 の期間でロール角が 0 度に制御され、この状態で平坦度が算出される。続いて、時刻 t_3 ~ 時刻 t_4 の期間でロール角が + 1 度に制御され、この状態で平坦度が算出される。続いて、時刻 t_4 ~ 時刻 t_5 の期間でロール角が - 1 度に制御され、この状態で平坦度が算出される。

【 0 1 3 6 】

図 8 の例では、ロール角が 0 度に制御された状態で算出された平坦度が最大となる（最適ロール角 = 0 度）。このため、制御部 12 は、時刻 t_5 ~ 時刻 t_6 の期間で、センサ部 6 のロール角を 0 度に制御する。また、制御部 12 は、時刻 t_5 ~ 時刻 t_6 の期間で、押圧力を第二の押圧値（ HDP_{ACmax} ）に保持する。

10

【 0 1 3 7 】

なお、図 8 の例では、平坦度が最大となったロール角 = 0 度とされているため、時刻 t_5 ~ 時刻 t_6 の期間において、ロール角が - 1 度から 0 度に変化する。しかし、時刻 t_4 ~ 時刻 t_5 の期間において平坦度が最大となった場合には、時刻 t_5 ~ 時刻 t_6 の期間でのロール角の変更は不要である。すなわち、最適ロール角の決定と、最適ロール角への制御とが同時に行われてもよい。

【 0 1 3 8 】

図 6 の説明に戻り、ステップ S 7 の後、制御部 12 は、素子列 60 と素子列 70 の各々に含まれる複数の圧力検出素子により検出される圧力信号の DC レベルに基づいて、ステップ S 14 以降の校正用データ生成時及び連続血圧測定時に制御すべきピッチ角（以下、最適ピッチ角という）を決定する（ステップ S 8）。図 8 の例では、時刻 t_6 ~ 時刻 t_7 の期間においてステップ S 8 の処理が行われる。

20

【 0 1 3 9 】

図 12 は、図 6 に示すステップ S 8 の詳細を説明するためのフローチャートである。

【 0 1 4 0 】

制御部 12 は、図 7 のステップ S 30 ~ ステップ S 37 の過程で RAM に記憶した第一注目素子のうち、押圧力として第二の値（ HDP_{ACmax} ）が対応付けられている第一注目素子を選択する（ステップ S 81）。

【 0 1 4 1 】

また、制御部 12 は、図 7 のステップ S 30 ~ ステップ S 37 の過程で RAM に記憶した第二注目素子のうち、押圧力として第二の値（ HDP_{ACmax} ）が対応付けられている第二注目素子を選択する（ステップ S 82）。

30

【 0 1 4 2 】

なお、制御部 12 は、ステップ S 81 及びステップ S 82 の代わりに、素子列 60 の各圧力検出素子 6a により検出された圧力信号に基づいて橈骨動脈 T 上に位置する 1 つの第一注目素子を選択し、素子列 70 の各圧力検出素子 7a により検出された圧力信号に基づいて橈骨動脈 T 上に位置する 1 つの第二注目素子を選択してもよい。

【 0 1 4 3 】

第一注目素子と第二注目素子を選択した後、制御部 12 は、選択した第一注目素子により検出される圧力信号の DC レベル（以下、末梢側 DC レベルという）と、選択した第二注目素子により検出される圧力信号の DC レベル（以下、中枢側 DC レベルという）とを比較し、この比較結果と現在のピッチ角とに基づいて、センサ部 6 のピッチ回転の回転方向及び回転量を設定する（ステップ S 83）。

40

【 0 1 4 4 】

具体的には、制御部 12 は、末梢側 DC レベルが中枢側 DC レベルよりも小さい場合には、回転方向をプラス方向（図 1 において反時計回り）に設定する。また、制御部 12 は、中枢側 DC レベルが末梢側 DC レベルよりも小さい場合には、回転方向をマイナス方向（図 1 において時計回り）に設定する。

【 0 1 4 5 】

また、制御部 12 は、現在のセンサ部 6 のピッチ角の絶対値と、現在のピッチ角から上

50

記の方法で設定した回転方向にセンサ部 6 を回転させた場合に取り得るピッチ角の絶対値の最大値又は最小値との差の半分の値を回転量として設定する。

【 0 1 4 6 】

例えば、ピッチ角が、0 度を基準にしてプラス方向とマイナス方向にそれぞれ最大 5 度まで取り得るものとする。現在のピッチ角が 0 度であり、設定された回転方向がプラス方向である場合には、現在のピッチ角からプラス方向に回転させた場合に取り得るピッチ角の絶対値の最大値 = 5 度と現在のピッチ角 = 0 度との差の半分である 2 . 5 度が回転量として設定される。

【 0 1 4 7 】

また、現在のピッチ角が + 2 . 5 度の状態で、設定された回転方向がマイナス方向である場合には、現在のピッチ角からマイナス方向に回転させた場合に取り得るピッチ角の絶対値の最小値 = 0 度と現在のピッチ角 = 2 . 5 度との差の半分である 1 . 2 5 度が回転量として設定される。

【 0 1 4 8 】

また、現在のピッチ角が + 2 . 5 度の状態で、設定された回転方向がプラス方向である場合には、現在のピッチ角からプラス方向に回転させた場合に取り得るピッチ角の絶対値の最大値 = 5 度と現在のピッチ角 = 2 . 5 度との差の半分である 1 . 2 5 度が回転量として設定される。

【 0 1 4 9 】

そして、制御部 1 2 は、設定した回転方向に、設定した回転量分、センサ部 6 をピッチ回転させる (ステップ S 8 4)。

【 0 1 5 0 】

ステップ S 8 4 の後、制御部 1 2 は、ステップ S 8 4 の処理を予め決められた所定回数行ったか否かを判定する (ステップ S 8 5)。この所定回数は 2 以上の値が設定される。所定回数は、最適ピッチ角の決定に要する時間の短縮と最適ピッチ角の決定精度とを考慮して、3 回とされるのが好ましい。

【 0 1 5 1 】

ステップ S 8 5 の判定が N O の場合にはステップ S 8 3 及びステップ S 8 4 の処理が再び行われる。ステップ S 8 5 の判定が Y E S の場合には、制御部 1 2 は、現時点でのピッチ角を最適ピッチ角として決定する (ステップ S 8 6)。

【 0 1 5 2 】

図 1 3 及び図 1 4 は、第一注目素子と第二注目素子により検出される圧力信号の一例を示す図である。図 1 3 に示すように、第二注目素子により検出される圧力信号の D C レベルが、第一注目素子により検出される圧力信号の D C レベルよりも小さい場合には、素子列 7 0 が体表面に近づく方向 (マイナス方向) にピッチ回転が行われる。ピッチ回転が繰り返されることで、図 1 4 に示したように、2 つの D C レベルが近い状態を得ることができる。

【 0 1 5 3 】

以上のステップ S 8 の処理により、素子列 6 0 において橈骨動脈 T 上に位置する第一注目素子と、素子列 7 0 において橈骨動脈 T 上に位置する第二注目素子との各々により検出される圧力信号の D C レベルが近くなって、素子列 6 0 と素子列 7 0 とでそれぞれ同じように橈骨動脈 T を押圧できる状態を実現する最適ピッチ角を決定することができる。

【 0 1 5 4 】

なお、制御部 1 2 は、ステップ S 8 1 において、素子列 6 0 の各圧力検出素子 6 a により検出される圧力信号の D C レベルの第一の平均値を算出し、ステップ S 8 2 において、素子列 7 0 の各圧力検出素子 7 a により検出される圧力信号の D C レベルの第二の平均値を算出し、ステップ S 8 3 では、末梢側 D C レベルの代わりにこの第一の平均値を用い、中枢側 D C レベルの代わりにこの第二の平均値を用いてピッチ回転方向を決定してもよい。このようにすることでも最適ピッチ角を決定することは可能である。

【 0 1 5 5 】

また、制御部 12 は、ステップ S 8 において、次のように最適ピッチ角を決定してもよい。

【0156】

制御部 12 は、図 12 に示したステップ S 8 1 とステップ S 8 2 の処理を行った後に、ピッチ角を、設定可能な全ての値に順次制御し、ピッチ角が各値に制御された状態において得られる末梢側 DC レベルと中枢側 DC レベルの差を算出し、算出した差を制御中のピッチ角と対応付けて RAM に記憶する。

【0157】

そして、制御部 12 は、RAM に記憶されているピッチ角のうち、対応づけて記憶されている差の値が最小となるピッチ角を最適ピッチ角として決定する。

10

【0158】

この変形例によれば、第一注目素子と第二注目素子の各々により検出される圧力信号の DC レベルが最も近くなる状態のピッチ角を最適ピッチ角として決定することができる。

【0159】

この変形例では、制御部 12 が、ステップ S 8 1 において、素子列 60 の各圧力検出素子 6a により検出される圧力信号の DC レベルの平均値を算出し、ステップ S 8 2 において、素子列 70 の各圧力検出素子 7a により検出される圧力信号の DC レベルの平均値を算出し、末梢側 DC レベルと中枢側 DC レベルの差の代わりに、この 2 つの平均値の差を算出して記憶してもよい。

【0160】

20

また、制御部 12 は、ステップ S 8 において、特許文献 1 に記載されている方法により、素子列 60 と素子列 70 の各々に含まれる圧力検出素子により検出される圧力信号の AC レベルに基づいて最適ピッチ角を決定してもよい。

【0161】

図 6 の説明に戻り、ステップ S 8 で最適ピッチ角を決定した後、制御部 12 は、センサ部 6 のピッチ角を、ステップ S 8 で決定した最適ピッチ角に制御する（ステップ S 9）。

【0162】

なお、図 12 に示したステップ S 8 の処理例では、ステップ S 8 6 における最適ピッチ角の決定とステップ S 9 の処理とは同時に行われる。

【0163】

30

次に、制御部 12 は、空気袋 20 による押圧力を、ステップ S 7 において保持した第二の押圧値よりも小さくゼロよりも大きいリセット値（図 8 に示す HDP_{RESET} ）まで減少させて、押圧力をこのリセット値に保持する（ステップ S 10）。

【0164】

制御部 12 は、この状態で、温度検出部 7 により検出された温度情報を取得し、取得した温度情報と、ステップ S 1 において取得した温度情報との差を算出し、この差が温度閾値以上であるか否かを判定する（ステップ S 11）。

【0165】

この差が温度閾値未満である、すなわち、ステップ S 1 の処理時と現在とでセンサ部 6 の温度に大きな変化がない判定した場合（ステップ S 11：NO）、制御部 12 はステップ S 14 の処理を行う。

40

【0166】

この差が温度閾値以上である、すなわち、ステップ S 1 の処理時と現在とでセンサ部 6 の温度に大きな変化があると判定した場合（ステップ S 11：YES）、制御部 12 は、押圧力をゼロに制御し（ステップ S 12）、その後、現在の温度情報に基づいて、センサ部 6 の各圧力検出素子により検出される圧力信号の基準レベルの再設定を行う（ステップ S 13）。ステップ S 13 の後はステップ S 14 以降の処理が開始される。

【0167】

ステップ S 14 において、制御部 12 は、押圧力を現在の値から橈骨動脈 T を閉塞できる程度の予め決められた値まで増加させる（図 8 の時刻 t_8 ~ 時刻 t_9 ）。

50

【 0 1 6 8 】

制御部 1 2 は、ステップ S 1 4 において押圧力を増加させる速度を、ステップ S 2 において押圧力を増加させるときの速度よりも遅い速度に制御するが、これに限定されるものではない。

【 0 1 6 9 】

なお、図 6 のステップ S 1 1 ~ ステップ S 1 3 の処理は必須ではなく、省略することも可能である。この場合は、ステップ S 1 0 の後にステップ S 1 4 の処理が行われる。

【 0 1 7 0 】

制御部 1 2 は、ステップ S 1 4 で開始した押圧力の増加過程においてセンサ部 6 の各圧力検出素子により検出される圧力信号をメモリ 1 5 に記憶し、記憶した圧力信号に基づいて、全ての圧力検出素子 6 a , 7 a の中から最適圧力検出素子を決定する。

10

【 0 1 7 1 】

制御部 1 2 は、例えば、押圧力の増加過程において A C レベルが最大となる圧力信号を検出した圧力検出素子を最適圧力検出素子として決定する。また、この圧力信号が検出されたときの押圧力を最適押圧力として決定する（ステップ S 1 5 ）。

【 0 1 7 2 】

ステップ S 1 5 の後、制御部 1 2 は、メモリ 1 5 に記憶されている、押圧力の増加過程で上記最適圧力検出素子により検出された圧力信号に基づいて脈波包絡線データを生成する。

【 0 1 7 3 】

20

脈波包絡線データとは、センサ部 6 の押圧力（空気袋 2 の内圧）と、その押圧力で最適圧力検出素子が体表面に押圧された状態で最適圧力検出素子により検出される圧力信号の A C レベルとを対応付けたデータである。

【 0 1 7 4 】

そして、制御部 1 2 は、生成した脈波包絡線データに基づいて S B P と D B P を算出し、ステップ S 1 4 で開始された押圧力の増加過程で上記最適圧力検出素子により検出された圧力信号と、算出した S B P 及び D B P とに基づいて、ステップ S 1 8 の連続血圧測定時に用いる校正用データを生成し、校正用データをメモリ 1 5 に記憶する（ステップ S 1 6 ）。

【 0 1 7 5 】

30

その後、制御部 1 2 は、押圧力をステップ S 1 5 で決定した最適押圧力に保持する（ステップ S 1 7 、図 8 の時刻 t 1 0 ）。

【 0 1 7 6 】

そして、制御部 1 2 は、ステップ S 1 5 で決定した最適圧力検出素子により検出される圧力信号をメモリ 1 5 に順次記憶していき、記憶した各圧力信号の A C レベルと、ステップ S 1 6 で生成した校正用データとに基づいて、1 拍毎に S B P 及び D B P を算出してメモリ 1 5 に記憶する（ステップ S 1 8 ）。制御部 1 2 は、算出した S B P と D B P を例えば表示部 1 3 に表示させて利用者に通知する。

【 0 1 7 7 】

制御部 1 2 は、血圧測定の終了指示がなされるまでステップ S 1 8 の処理を繰り返し行い、終了指示がなされると、血圧測定処理を終了する。

40

【 0 1 7 8 】

以上のように、本実施形態の生体情報測定装置は、ステップ S 5 において最適ロール角を決定し、センサ部 6 のロール角をこの最適ロール角に制御した状態で、ステップ S 8 において最適ピッチ角を決定する。

【 0 1 7 9 】

このように、最適ロール角を決定し、決定した最適ロール角に制御した状態で最適ピッチ角を決定する手順を踏むことで、骨又は腱等の硬い組織からの圧力が脈波の検出精度に与える影響を少なくした状態で、最適ピッチ角を決定することができる。

【 0 1 8 0 】

50

校正用データ生成に必要な圧力信号の取得時及び連続血圧測定時には、脈波の検出精度を高めるために、素子列 60 による橈骨動脈 T の押圧状態と、素子列 70 による橈骨動脈 T の押圧状態とがほぼ同じになっている理想押圧状態とすることが好ましい。ステップ S 8 の処理は、この理想押圧状態を実現するための最適ピッチ角を決定する処理である。

【0181】

本実施形態の生体情報測定装置によれば、骨又は腱等の硬い組織からの圧力による信号レベルが低くなる最適ロール角に制御された状態で、理想押圧状態を実現するための最適ピッチ角を決定することができる。

【0182】

このため、理想押圧状態となる最適ピッチ角の決定を高精度に行うことができる。この結果、ステップ S 14 以降の処理で検出される脈波の検出精度を向上させて、生体情報の測定精度を向上させることができる。

10

【0183】

また、本実施形態の生体情報測定装置では、ステップ S 8 で最適ピッチ角を決定するときの押圧力（第二の押圧値）を、ステップ S 5 で最適ロール角を決定するときの押圧力（第一の押圧値）よりも小さくしている。

【0184】

このように、第一の押圧値よりも第二の押圧値を小さくすることで、橈骨動脈 T が適度に押圧された状態で最適ピッチ角の決定を行うことが可能となり、最適ピッチ角の決定精度を向上させることができる。

20

【0185】

橈骨動脈 T が適度に押圧された状態とは、橈骨動脈 T が閉塞されておらず、かつ、橈骨動脈 T の押圧されている表面が平坦になって張力の影響が無視できる状態、いわゆるトノメトリ状態のことをいう。

【0186】

図 6 に示す動作例では、ステップ S 7 において、押圧力が、選択素子列の注目素子の AC レベルが最大値 (AC_{max}) となる押圧力 ($HDP_{AC_{max}}$) に保持される。押圧力が $HDP_{AC_{max}}$ に保持された状態は、トノメトリ状態に最も近いと考えられる。このため、第二の押圧値 = $HDP_{AC_{max}}$ とすることで、最適ピッチ角の決定精度を向上させることができる。

30

【0187】

なお、図 6 に示す動作例では、第二の押圧値 = $HDP_{AC_{max}}$ としたが、これに限らない。第二の押圧値は、選択素子列について時刻毎に決定された注目素子の DC レベルの変化量が変化閾値以下となる状態の押圧力の範囲の任意の値であればよい。この注目素子の DC レベルの変化量が最も小さくなる時の押圧力は、この注目素子の AC レベルが最大となるとき押圧力とほぼ一致する。

【0188】

つまり、第二の押圧値は、選択素子列について時刻毎に決定された注目素子の AC レベルが最大となる押圧力付近の値が設定されていればよい。

【0189】

40

具体的には、第二の押圧値は、選択素子列について時刻毎に決定された注目素子の AC レベルが、最大値 (図 8 に示す AC_{max}) の 0.9 倍以上となるとき押圧力の範囲の任意の数値に設定されるのが好ましく、この最大値の 0.95 倍以上となるとき押圧力の範囲の任意の数値に設定されるのがより好ましい。

【0190】

押圧力 = $HDP_{AC_{max}}$ に保持された状態はトノメトリ状態に最も近いと考えられる。このため、図 6 の動作例のように、第二の押圧値は $HDP_{AC_{max}}$ に設定されるのが最も好ましい。

【0191】

また、本実施形態の生体情報測定装置によれば、ステップ S 3 において素子列 60 と素

50

子列 70 のうちのいずれか一方が選択素子列として選択される。そして、この 1 つの選択素子列の複数の圧力検出素子により検出される圧力信号に基づいて最適ロール角が決定される。

【0192】

具体的には、制御部 12 は、ステップ S3 において、橈骨動脈 T を先に閉塞した素子列を選択素子列として選択し、この選択素子列が橈骨動脈 T を閉塞した時点での押圧力に保持した状態で最適ロール角を決定している。

【0193】

この構成によれば、橈骨動脈 T が閉塞されたことによる血流変化等の影響を受けていない素子列から出力される圧力信号に基づいて最適ロール角を決定することができる。つまり、選択素子列から出力される圧力信号の信頼性を高めることができ、最適ロール角の決定精度を向上させることができる。

10

【0194】

また、より短い時間で橈骨動脈 T を閉塞することができた素子列が選択素子列とされることで、最適ロール角の決定にかかる時間を短縮して、血圧測定開始までの時間を短縮することができる。

【0195】

また、本実施形態の生体情報測定装置では、素子列 60、70 のいずれか一方の素子列の圧力検出素子により検出される圧力信号の DC レベルに基づいて最適ロール角を決定している。このように、圧力信号の DC レベルに基づいて最適ロール角を決定することで、骨又は腱等の硬い組織からの圧力の影響を受けにくいロール角を高精度に決定することができる。

20

【0196】

なお、制御部 12 は、ステップ S5 において、選択素子列の圧力検出素子により検出される圧力信号の DC レベルの代わりに、選択素子列の圧力検出素子により検出される圧力信号の絶対値に基づいて最適ロール角を決定してもよい。

【0197】

ステップ S4 において押圧力が第一の押圧値に保持された状態は、選択素子列によって橈骨動脈 T が閉塞されている状態である。つまり、この状態では、選択素子列の圧力検出素子により検出される圧力信号の AC レベルは十分に小さくなっている。

30

【0198】

このため、選択素子列の複数の圧力検出素子により検出される圧力信号の絶対値に基づいて最適ロール角を決定しても、ある程度の精度で、骨又は腱等の硬い組織からの圧力による影響を低減させることは可能である。上述してきたように DC レベルを用いる場合には、骨又は腱等の硬い組織からの圧力の分布をより正確に検出することができるため、最適ロール角の決定精度を向上させることができる。

【0199】

また、本実施形態の生体情報測定装置では、素子列 60、70 の各々に含まれる複数の圧力検出素子により検出される圧力信号の DC レベルに基づいて最適ピッチ角を決定している。このように、圧力信号の DC レベルに基づいて最適ピッチ角を決定することで、理想押圧状態を実現可能な最適ピッチ角を高精度に決定することができる。この理由を以下に述べる。

40

【0200】

本実施形態の生体情報測定装置では、素子列 60 と素子列 70 とが、生体の異なる部分を押圧している。また、橈骨動脈 T は、抵抗の高い末梢側が中枢側よりも先に閉塞され始めると、これに伴って反射波が発生する。この反射波は、素子列 70 の橈骨動脈 T 上に位置する圧力検出素子により検出される圧力信号に重畳される。

【0201】

このように、押圧している生体部位の皮下組織の組成の違い及び反射波の発生等によって、理想押圧状態であっても、素子列 60 の橈骨動脈 T 上に位置する圧力検出素子により

50

検出される圧力信号のＡＣレベルと、素子列７０の橈骨動脈Ｔ上に位置する圧力検出素子により検出される圧力信号のＡＣレベルとは同じにならない場合がある。

【０２０２】

一方、素子列６０の橈骨動脈Ｔ上に位置する圧力検出素子により検出される圧力信号のＤＣレベルと、素子列７０の橈骨動脈Ｔ上に位置する圧力検出素子により検出される圧力信号のＤＣレベルは、押圧している生体部位の皮下組織の組成の違い及び反射波の発生等によって影響を受けない。

【０２０３】

このため、素子列６０、７０の各々に含まれる複数の圧力検出素子により検出される圧力信号のＤＣレベルに基づいて最適ピッチ角を決定することで、最適ピッチ角を高精度に決定することができる。

10

【０２０４】

なお、素子列６０、７０の各々に含まれる複数の圧力検出素子により検出される圧力信号のＡＣレベルに基づいて最適ピッチ角を決定することでも、ある程度の精度で最適ピッチ角を決定することは可能である。

【０２０５】

また、本実施形態の生体情報測定装置によれば、素子列６０から選択した１つの圧力検出素子と、素子列７０から選択した１つの圧力検出素子との２つの圧力検出素子により検出される圧力信号に基づいて最適ピッチ角を決定することができる。

【０２０６】

20

このように２つの圧力検出素子の圧力信号に基づいて最適ピッチ角を決定することで、最適ピッチ角を決定するために必要な演算量を減らすことができ、消費電力低減と血圧測定開始までの時間短縮が可能となる。

【０２０７】

なお、図１２の処理例では、ステップＳ８１とステップＳ８２において、図７のステップＳ３０～ステップＳ３７の過程で決定した注目素子の中から１つを選択している。このように、既に決定済みの注目素子の中から最適ピッチ角の決定に利用するものを選択することで、最適ピッチ角を決定するために必要な演算量を減らすことができる。この結果、消費電力低減と血圧測定開始までの時間短縮が可能となる。

【０２０８】

30

また、本実施形態の生体情報測定装置は、最適ピッチ角を決定した後に、押圧力を第二の押圧値よりも小さくゼロよりも大きいリセット値まで低下させ、その後、ステップＳ１４以降の処理を行っている。このように、押圧力をゼロまでは下げずにステップＳ１４以降の処理を行うことで、血圧測定開始までの時間を短縮することができる。

【０２０９】

また、押圧力を一旦下げてからステップＳ１４以降の処理を行うことで、センサ部６が最適ロール角及び最適ピッチ角に制御された状態で、最適押圧力及び最適圧力検出素子を決定ことができ、脈波の検出精度を高めることができる。

【０２１０】

また、本実施形態の生体情報測定装置は、最適ピッチ角を決定した後に、初期状態における温度情報と、現在の温度情報とに大きな差が生じていた場合には、押圧力をゼロにした上で、センサ部６の各圧力検出素子の基準レベルを再設定する。このように、基準レベルの再設定を行うことで、ステップＳ１４以降の処理における脈波の検出精度を向上させることができる。

40

【０２１１】

また、本実施形態の生体情報測定装置では、ステップＳ２において押圧力が増加するときの増加速度が、ステップＳ１４において押圧力が増加するときの増加速度よりも速くなっている。

【０２１２】

この構成によれば、最適ロール角及び最適ピッチ角の決定のために必要な押圧力の増加

50

を高速に行うことができ、血圧測定開始までの時間を短縮することができる。一方、校正用データ生成のために必要な押圧力の増加については相対的に遅くなっていることで、校正用データを高精度に求めることが可能となる。

【0213】

本実施形態の生体情報測定装置において、制御部12は、ステップS5で最適ロール角を決定するよりも前に、素子列60と素子列70の各々による圧力信号の検出状態が良好となるように、センサ部6をピッチ回転させてもよい。

【0214】

例えば、制御部12は、ステップS2で押圧力の増加を開始してから、図7のステップS38の処理が行われるまでの間の定期的なタイミングで、RAMに記憶された最新の第一注目素子の圧力信号のACレベルと、最新の第二注目素子の圧力信号のACレベルとを比較し、この比較結果に基づいて、ピッチ回転が必要か否かを判定する。

10

【0215】

制御部12は、この2つのACレベルの差が閾値以上である場合には、ACレベルが相対的に小さい注目素子を含む素子列が橈骨動脈Tを良好に潰せていない状況であると判断し、ピッチ回転が必要であると判定する。そして、この素子列が体表面に近づく方向にセンサ部6をピッチ回転させる。このときの回転量は任意であるが、例えば制御可能な最小値とすればよい。

【0216】

制御部12は、この2つのACレベルの差が閾値未満である場合には、2つの素子列がそれぞれ橈骨動脈Tを良好に潰せている状況であると判断し、ピッチ回転は不要であると判定する。

20

【0217】

例えば、上記のタイミングで、最新の第一注目素子のACレベルが、最新の第二注目素子の圧力信号のACレベルよりも閾値以上大きい場合には、制御部12は、センサ部6をマイナス方向にピッチ回転させる。

【0218】

これにより、第二注目素子のACレベルを高くすることが可能となる。この結果、ピッチ回転を行わない場合よりも、素子列70が選択素子列となることのできる可能性を高めることができ、最適ピッチ角の決定に利用できる素子列の選択肢を増やすことができる。

30

【0219】

図15は、図6に示すステップS5の詳細処理の変形例を示すフローチャートである。

【0220】

まず、制御部12は、回転駆動部10を制御して、ロール角を任意の値に制御する(ステップS91)。

【0221】

次に、制御部12は、選択素子列の各圧力検出素子のうちの上述した第一の圧力検出素子～第三の圧力検出素子によりそれぞれ検出された圧力信号のDCレベルを取得し、取得した3つのDCレベルに基づいて、ステップS52の処理と同様に平坦度を算出し、現在制御中のロール角と対応付けてRAMに記憶する(ステップS92)

40

【0222】

次に、制御部12は、第二の圧力検出素子より検出された圧力信号のDCレベル(以下、橈骨側DCレベルという)と、第三の圧力検出素子より検出された圧力信号のDCレベル(以下、尺骨側DCレベルという)の差が閾値以上か否かを判定する(ステップS93)。

【0223】

制御部12は、橈骨側DCレベルと尺骨側DCレベルの差が閾値未満であった場合(ステップS93:NO)には、回転駆動部10を制御し、センサ部6を、プラス方向又はマイナス方向に最小角度でロール回転させ(ステップS94)、その後、ステップS92に処理を戻す。

50

【0224】

制御部12は、橈骨側DCレベルと尺骨側DCレベルの差が閾値以上であった場合（ステップS93：YES）には、橈骨側DCレベルが尺骨側DCレベルよりも大きいかなかを判定する（ステップS95）。

【0225】

制御部12は、橈骨側DCレベルが尺骨側DCレベルよりも小さい場合（ステップS95：NO）には、ロール回転の方向をプラス方向（左肘側から見て反時計回り）に制限する（ステップS96）。つまり、制御部12は、平坦度を算出済みのロール角を除くロール角のうち、現在のロール角よりもマイナス方向のロール角を、最適ロール角の候補からは除外する

10

【0226】

制御部12は、橈骨側DCレベルが尺骨側DCレベルよりも大きい場合（ステップS95：YES）には、ロール回転の方向をマイナス方向（左肘側から見て時計回り）に制限する（ステップS97）。つまり、制御部12は、平坦度を算出済みのロール角を除くロール角のうち、現在のロール角よりもプラス方向のロール角を、最適ロール角の候補からは除外する

【0227】

ステップS96及びステップS97の後、制御部12は、設定可能な全てのロール角のうちの現在のロール角を基準とする上記制限した回転方向における角度の全てについて平坦度を算出したかなかを判定する（ステップS98）。

20

【0228】

ステップS98の判定がNOの場合、制御部12は、回転駆動部10を制御し、センサ部6を、制限されている回転方向における設定可能なロール角のうち、平坦度をまだ算出していないロール角に制御する（ステップS99）。

【0229】

そして、制御部12は、第一の圧力検出素子～第三の圧力検出素子によりそれぞれ検出された圧力信号のDCレベルを取得し、取得した3つのDCレベルに基づいて、ステップS52の処理と同様に平坦度を算出し、現在制御中のロール角と対応付けてRAMに記憶する（ステップS100）。ステップS100の後にはステップS98に処理が戻る。

【0230】

30

ステップS98の判定がYESの場合、制御部12は、ステップS92及びステップS100の処理でRAMに記憶されたロール角のうち、対応づけられている平坦度が最大となるロール角を最適ロール角として決定する（ステップS101）。

【0231】

以上のように、図15に示す変形例によれば、図9に示す処理例と比較して、平坦度を算出するロール角の数を少なくすることができる。このため、最適ロール角を決定するための演算量の削減及びロール回転に伴う消費電力の低減が可能となる。

【0232】

なお、ロール角として設定可能な角度が0度、+ 1度、- 1度（1は任意の値）の3つであり、ステップS91における任意の値が0度である場合を考える。

40

【0233】

この場合は、最初のステップS93の処理の判定がYESかつステップS95の判定がNOの場合には、制御部12は+ 1度を最適ロール角として決定する。また、最初のステップS93の処理の判定がYESかつステップS95の判定がYESの場合には、制御部12は- 1度を最適ロール角として決定する。

【0234】

このように、この変形例によれば、ロール回転をさせることなく最適ロール角を決定することもできる。

【0235】

本実施形態の生体情報測定装置では、回動部5が第一の軸Xと第二の軸Yの各々を中心

50

に回転可能な構成としたが、回動部 5 は、第一の軸 X と第二の軸 Y のいずれか一方を中心に回転可能な構成であってもよい。

【 0 2 3 6 】

回動部 5 が第一の軸 X のみを中心に回転可能な構成（ピッチ回転のみ可能な構成）である場合、制御部 1 2 は、図 6 のフローチャートにおいて、ステップ S 5 及びステップ S 6 の処理を省略し、ステップ S 4 の処理の後にステップ S 7 以降の処理を行えばよい。

【 0 2 3 7 】

また、回動部 5 が第一の軸 X のみを中心に回転可能な構成である場合には、センサ部 6 の素子列 6 0 と素子列 7 0 は、それぞれ複数の圧力検出素子を含んでいる必要はなく、それぞれ 1 つの圧力検出素子を含む構成であってもよい。つまり、センサ部 6 は、方向 A に並ぶ圧力検出素子 6 a と圧力検出素子 7 a との 2 つの圧力検出素子のみを有する構成であってもよい。

【 0 2 3 8 】

この構成の場合には、図 7 において説明した第一注目素子は常に同じ圧力検出素子 6 a となり、第二注目素子は常に同じ圧力検出素子 7 a となる。また、ステップ S 3 8 では、A C レベルが先に閉塞完了判定閾値に到達した圧力検出素子が選択される。

【 0 2 3 9 】

また、ステップ S 3 9 では、この選択された圧力検出素子の A C レベルが閉塞完了判定閾値に達した時点の押圧力が第一の押圧値に設定される。また、ステップ S 4 0 では、この選択された圧力検出素子の A C レベルがピークに達した時点の押圧力が第二の押圧値に設定される。

【 0 2 4 0 】

また、制御部 1 2 は、ステップ S 8 においては、図 1 2 のステップ S 8 1 とステップ S 8 2 を省略し、ステップ S 8 3 において、圧力検出素子 6 a と圧力検出素子 7 a の各々により検出される圧力信号の D C レベルを比較し、この比較結果と現在のピッチ角とに基づいてセンサ部 6 のピッチ回転の回転方向及び回転量を設定する。

【 0 2 4 1 】

回動部 5 が第二の軸 Y のみを中心に回転可能な構成（ロール回転のみ可能な構成）である場合、制御部 1 2 は、図 6 のフローチャートにおいて、ステップ S 7 ~ ステップ S 9 の処理を省略し、ステップ S 6 の処理の後にステップ S 1 0 以降の処理を行えばよい。

【 0 2 4 2 】

また、回動部 5 が第二の軸 Y のみを中心に回転可能な構成である場合には、センサ部 6 において素子列 6 0 と素子列 7 0 のいずれか一方を削除した構成としてもよい。

【 0 2 4 3 】

例えばセンサ部 6 が素子列 6 0 のみを有する構成の場合には、図 7 においてステップ S 3 4 ~ ステップ S 3 8 が削除され、ステップ S 3 3 の判定が Y E S の場合に、ステップ S 3 9 以降の処理が行われる動作となる。また、ステップ S 3 9 以降における選択素子列は素子列 6 0 となる。

【 0 2 4 4 】

今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【 0 2 4 5 】

例えば、ここまでは、手首の橈骨動脈から脈波を検出する手首装着型の生体情報測定装置について説明されているが、頸動脈又は足背動脈から脈波を検出する装置に対して本発明を適用してもよい。

【 0 2 4 6 】

また、センサ部 6 は、3 つ以上の素子列が方向 A に配列された構成であってもよい。

【 0 2 4 7 】

この構成の場合には、制御部 1 2 は、図 6 のステップ S 3 において、3 つ以上の素子列

10

20

30

40

50

の中から、橈骨動脈 T を最も早く閉塞した素子列を選択素子列として選択する。または、制御部 12 は、3 つ以上の素子列のいずれか 1 つを予め選択素子列として選択する。

【0248】

また、制御部 12 は、図 6 のステップ S8 において、3 つ以上の素子列の各々から選択した 1 つの圧力検出素子により検出された圧力信号の DC レベル又は AC レベルの値が近くなる最適ピッチ角を決定する。

【0249】

次に、図 1 に示すセンサ部 6 の好ましい設計例について説明する。

【0250】

図 4 には、素子列 60 と素子列 70 の間の距離 L1 (素子列 60 と素子列 70 の方向 A の配列間隔) と、体表面に接触する押圧面 6b の方向 A の幅 L2 とが示されている。

10

【0251】

発明者は、鋭意検討した結果、距離 L1 を 5 mm 以上 15 mm 以下の範囲の任意の値とすることで、脈波の検出精度を向上させられることを見出した。

【0252】

素子列 60 と素子列 70 の間の距離 L1 は、医師又は看護師が 2 本の指を手首に押し当てて脈波を確認する触診の形態を模擬できることが好ましい。触診を行う際の 2 本の指の中心同士の動脈方向の距離を多数の医師を対象に調査したところ、この距離は 5 mm 以上 15 mm 以下の範囲に入ることが分かった。

【0253】

20

また、発明者は、素子列 70 を削除した構成のセンサ部 6 を有する脈波検出部 100 を使用し、素子列 60 の動脈方向における位置を順次変えながらトノメトリ法によって脈波を検出する実験を複数人に対して行った。

【0254】

図 16 は、素子列の位置を変えながら脈波を検出した実験の結果の傾向を示す図である。

【0255】

図 16 に示す横軸は、素子列の方向 A の中心と手首の皮線との間の距離を示す。図 16 に示す縦軸は、トノメトリ状態が得られたときの素子列の体表面に対する押圧力を複数人で平均した値を示す。図 16 に示すように、素子列は、皮線から 5 mm 以上 20 mm 以下の範囲にある場合に、低い押圧力でトノメトリ状態を実現することができる。

30

【0256】

低い押圧力でトノメトリ状態を実現できると、素子列によって検出される圧力信号には、骨又は腱等の硬い組織からの圧力に応じた成分が含まれにくくなる。つまり、ノイズを低減することができるため、脈波の検出精度を高めることができる。

【0257】

図 16 に示す結果から、2 つの素子列 60, 70 を有するセンサ部 6 においては、素子列 60 と素子列 70 がそれぞれ、皮線から 5 mm 以上 20 mm 以下の範囲に配置されることが好ましい。

【0258】

40

末梢側に配置される素子列 60 の方向 A の中心が皮線から 5 mm の位置に配置される場合を考えると、図 4 に示す距離 L1 が 15 mm 以下である場合に、素子列 60 と素子列 70 がそれぞれ、皮線から 5 mm 以上 20 mm 以下の範囲に位置することになる。したがって、図 16 に示す実験結果からも、距離 L1 は 15 mm 以下とするのが好ましいことが分かった。

【0259】

なお、本実施形態の脈波検出部 100 は、押圧面 6b がピッチ回転する構成である。上記距離 L1 が小さすぎると、ピッチ回転させた場合でも、素子列 60, 70 の各々により検出される圧力信号群に差が生じにくくなる。距離 L1 が 5 mm 以上あれば、ピッチ回転させることによる脈波検出精度の向上効果を十分に得ることが可能である。

50

【 0 2 6 0 】

また、距離 L 1 が大きすぎると、中枢側に配置される素子列 7 0 と動脈との距離が大きくなりすぎてしまう。この結果、ピッチ角の最大値を大きくする必要がある。距離 L 1 が 1 5 mm 以下であれば、ピッチ角を大きくすることなく、2 つの素子列によって動脈からの脈波を十分に捉えることができる。

【 0 2 6 1 】

図 4 において、押圧面 6 b の方向 A の一方の端縁から素子列 6 0 の中心までの距離と、押圧面 6 b の方向 A の他方の端縁から素子列 7 0 の中心までの距離と、距離 L 1 とがそれぞれ同じとなることで、素子列 6 0 と素子列 7 0 を体表面に同じ押圧力で押圧することができる。このため、図 4 に示した幅 L 2 は、1 5 mm 以上 4 5 mm 以下の範囲の任意の値とすることが好ましい。

10

【 0 2 6 2 】

以上説明してきたように、本明細書には以下の事項が開示されている。

【 0 2 6 3 】

開示された脈波検出装置は、一方向に並ぶ複数の圧力検出素子からなる 2 つの素子列が前記一方向に直交する方向に配列されたセンサ部と、前記一方向が生体の体表面下の動脈の伸びる方向と交差する状態で前記体表面に前記センサ部を押圧する押圧部と、を備え、前記 2 つの素子列の前記一方向に直交する方向の配列間隔は、5 mm 以上 1 5 mm 以下である。

【 0 2 6 4 】

20

開示された脈波検出装置は、前記一方向に伸びる軸と前記一方向に直交する方向に伸びる軸の各々の周りに前記センサ部を回転させる回転機構を更に備えるものである。

【 0 2 6 5 】

開示された生体情報測定装置は、前記脈波検出装置と、前記圧力検出素子により検出された圧力信号に基づいて生体情報を算出する生体情報算出部と、を備えるものである。

【 符号の説明 】

【 0 2 6 6 】

1 0 0 脈波検出部

1 筐体

2 空気袋

3 平板部

5 回動部

5 a 2 軸回転機構

6 センサ部

6 a , 7 a 圧力検出素子

6 b 押圧面

6 0 , 7 0 素子列

7 温度検出部

X 第一の軸

Y 第二の軸

1 0 回転駆動部

1 1 空気袋駆動部

1 2 制御部

1 3 表示部

1 4 操作部

1 5 メモリ

T B 橈骨

T 橈骨動脈

1 1 0 、 1 1 1 、 1 1 2 曲線

A , B 方向

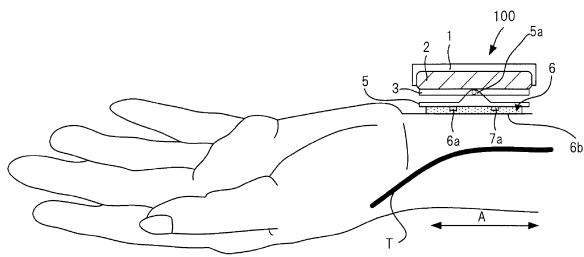
30

40

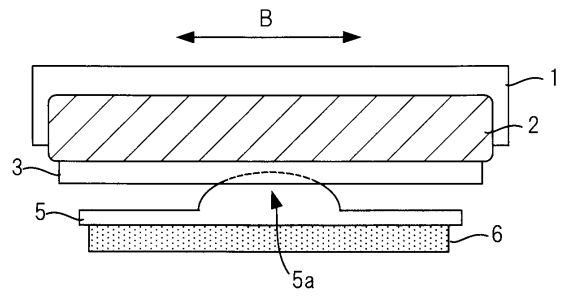
50

L 1	距離
L 2	幅

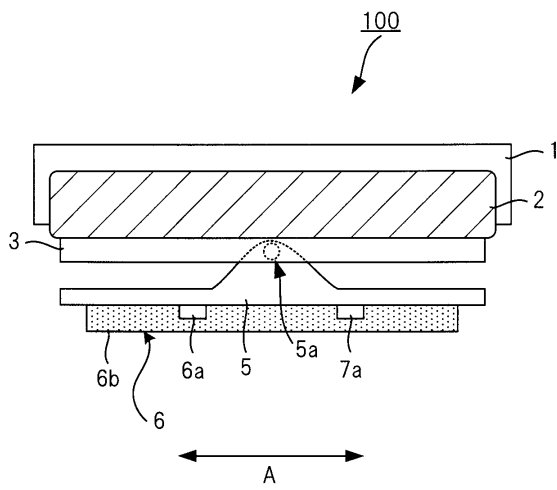
【 図 1 】



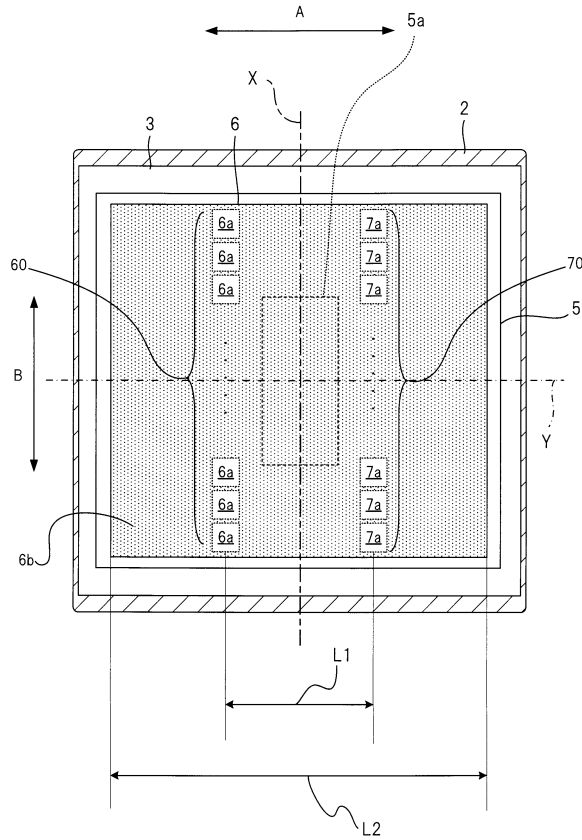
【圖 3】



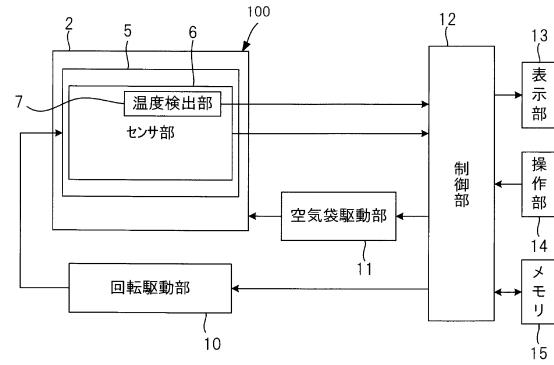
【圖 2】



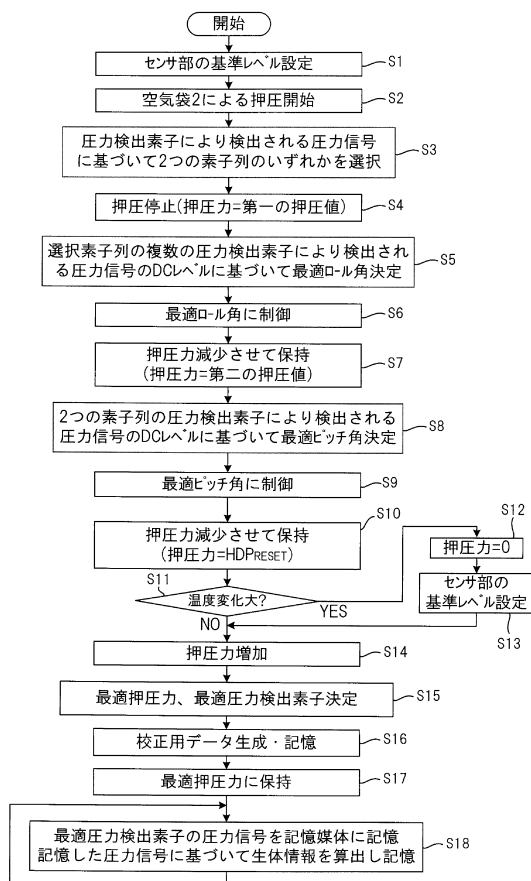
【図4】



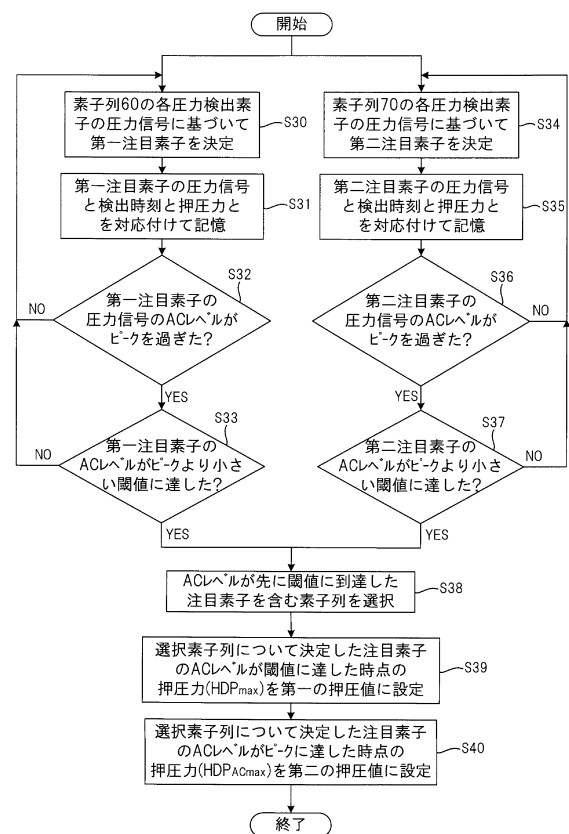
【図5】



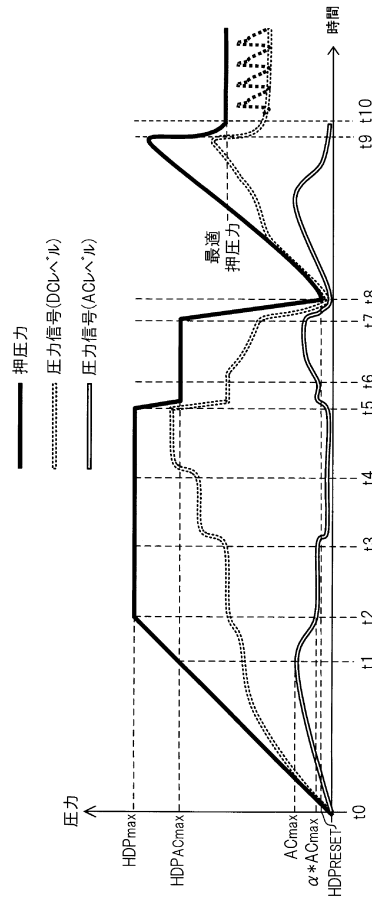
【図6】



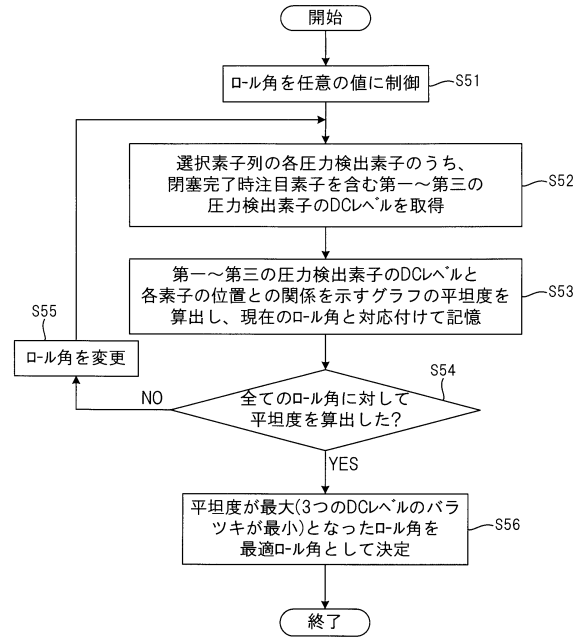
【図7】



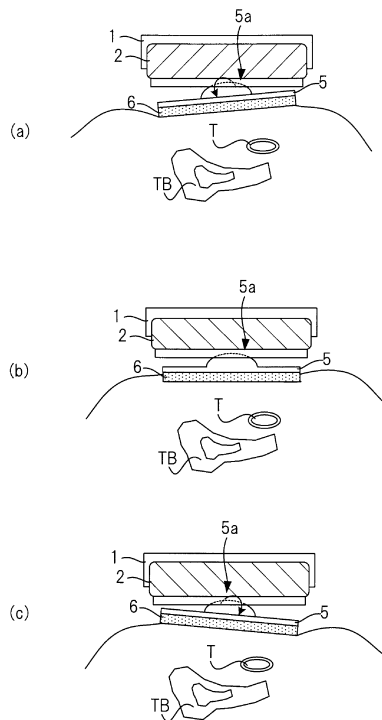
【図 8】



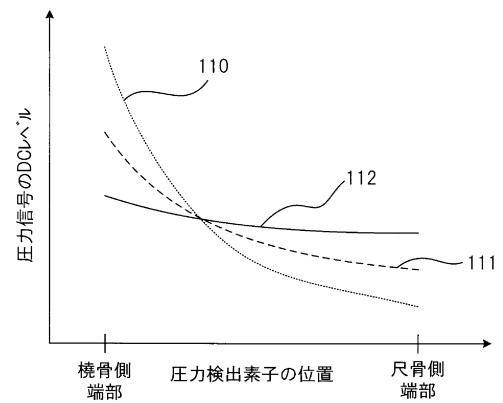
【図 9】



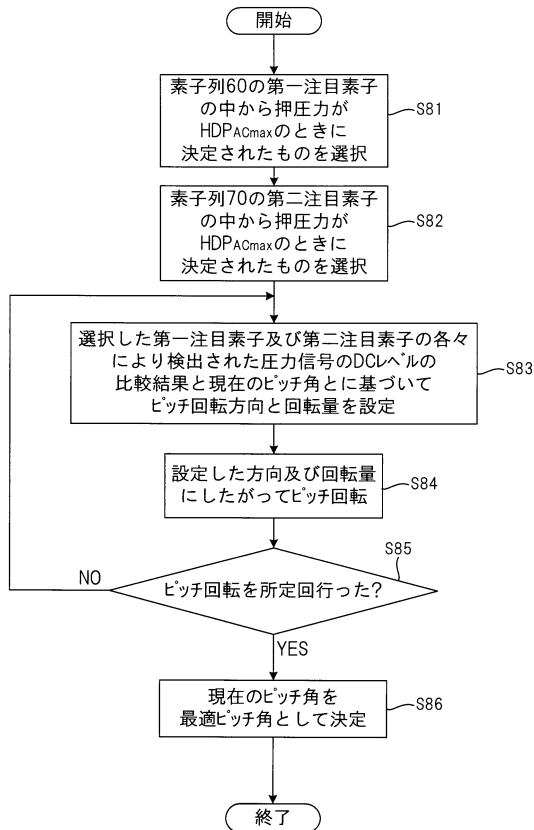
【図 10】



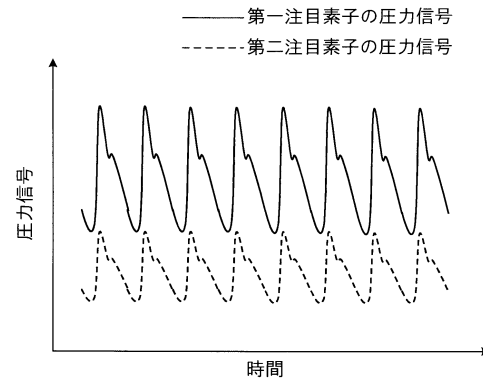
【図 11】



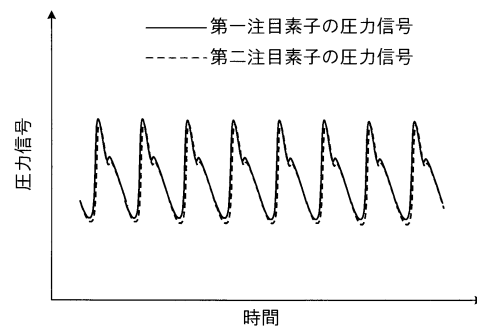
【図 1 2】



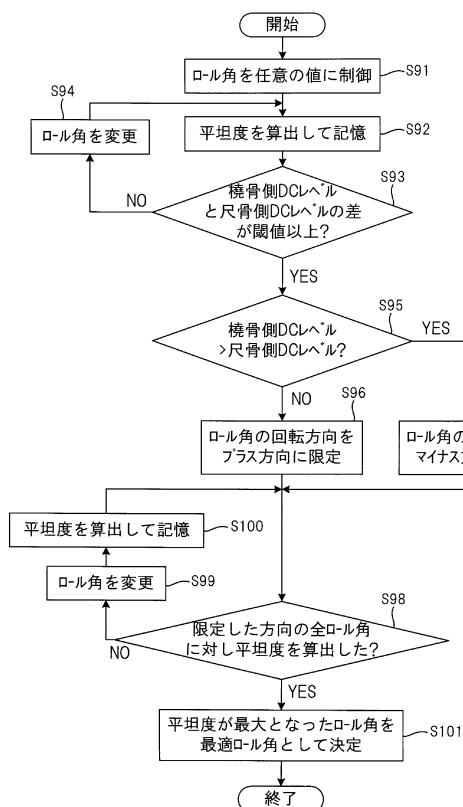
【図 1 3】



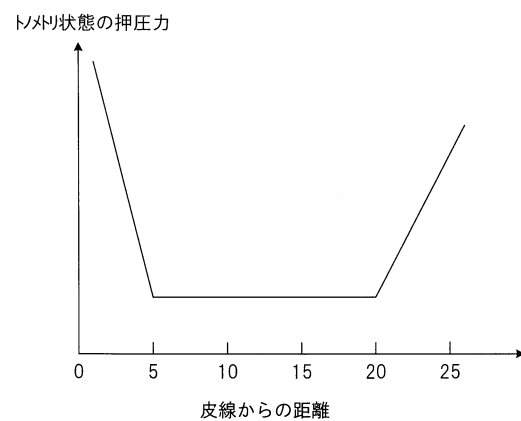
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 小椋 敏彦
京都府向日市寺戸町九ノ坪53番地 オムロンヘルスケア株式会社内
- (72)発明者 福塚 正幸
京都府向日市寺戸町九ノ坪53番地 オムロンヘルスケア株式会社内
- (72)発明者 岡 大蔵
京都府向日市寺戸町九ノ坪53番地 オムロンヘルスケア株式会社内
- (72)発明者 松村 直美
京都府向日市寺戸町九ノ坪53番地 オムロンヘルスケア株式会社内
- (72)発明者 森 健太郎
京都府向日市寺戸町九ノ坪53番地 オムロンヘルスケア株式会社内
- (72)発明者 木下 広幸
京都府向日市寺戸町九ノ坪53番地 オムロンヘルスケア株式会社内
- (72)発明者 若宮 祐之
京都府向日市寺戸町九ノ坪53番地 オムロンヘルスケア株式会社内

審査官 伊知地 和之

- (56)参考文献 特開平1-288228(JP,A)
特開2001-161650(JP,A)
特開平5-184548(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B	5/00	-	5/01
A61B	5/02	-	5/03
A61B	5/06	-	5/22