

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6003471号
(P6003471)

(45) 発行日 平成28年10月5日 (2016. 10. 5)

(24) 登録日 平成28年9月16日 (2016. 9. 16)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 5/02 (2006. 01)

A 6 1 B 5/02 (2006. 01)

A 6 1 B 5/02 6 3 0 B

A 6 1 B 5/02 6 3 4 M

A 6 1 B 5/02 6 3 5 L

A 6 1 B 5/02 Z D M

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-211139 (P2012-211139)
 (22) 出願日 平成24年9月25日 (2012. 9. 25)
 (65) 公開番号 特開2014-64666 (P2014-64666A)
 (43) 公開日 平成26年4月17日 (2014. 4. 17)
 審査請求日 平成27年8月26日 (2015. 8. 26)

(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5 3 番地
 (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 佐藤 博則
 京都府向日市寺戸町九ノ坪5 3 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5 3 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】 血圧測定装置及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被測定者の手首に装着して用いられる血圧測定装置であって、
 基準面に対する前記被測定者の前腕のなす角度である傾斜角度を測定する傾斜角度測定部と、

前記血圧測定装置の前記前腕を軸とする軸周りの回転角度を測定する回転角度測定部と、

前記手首を通る橈骨動脈と尺骨動脈の間の距離情報を取得する距離情報取得部と、
 前記傾斜角度、前記回転角度、及び前記距離情報を用いて、前記橈骨動脈と前記尺骨動脈の相対位置関係を判定する判定部と、

前記相対位置関係に応じた制御を行う制御部と、を備える血圧測定装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の血圧測定装置であって、

前記制御部は、前記相対位置関係にしたがい、前記回転角度を、前記橈骨動脈の前記基準面からの高さとの差が予め決められた値以下となる角度に誘導するための情報を出力し、

前記判定部により、前記橈骨動脈の前記基準面からの高さとの差が予め決められた値以下であると判定された場合に、血圧の測定を開始する血圧測定部を備える血圧測定装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載の血圧測定装置であって、

前記傾斜角度を利用して、前記被測定者の心臓に対する前記手首の高さを検出する高さ検出部を備え、

前記制御部は、前記回転角度と前記傾斜角度を、前記橈骨動脈の前記基準面からの高さ
と前記尺骨動脈の前記基準面からの高さとの差が予め決められた値以下となり、かつ、前
記被測定者の心臓に対する前記手首の高さが予め決められた値以下となる角度に誘導する
ための情報を、前記手首の高さと前記相対位置関係とに基づいて出力し、

前記判定部により、前記橈骨動脈の前記基準面からの高さ
と前記尺骨動脈の前記基準面からの高さとの差が予め決められた値以下であると判定され、かつ、前記高さ検出部によ
り検出される高さが予め決められた値以下である場合に、血圧の測定を開始する血圧測定
部を備える血圧測定装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 記載の血圧測定装置であって、

カフによる前記手首の圧迫圧力の増加過程又は減少過程における前記カフ内の検出圧力
から脈波を抽出し、前記脈波の振幅値に基づいて血圧を測定する血圧測定部を備え、

前記制御部は、前記血圧測定部により測定された血圧値を前記相対位置関係にしたがっ
て補正する血圧測定装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載の血圧測定装置であって、

前記判定部は、前記相対位置関係として、前記橈骨動脈の前記基準面からの高さ
と前記尺骨動脈の前記基準面からの高さとの差 H と、前記橈骨動脈と前記尺骨動脈の前記基準
面からの高さの大小関係とを判定し、

20

前記 H と、単位長さあたりの水頭圧と、前記カフによる前記橈骨動脈への圧迫圧力の
伝達率と前記カフによる前記尺骨動脈への圧迫圧力の伝達率との比によって決まる係数と
を乗じて得られる値を、前記血圧測定部により測定された血圧値に対し、前記大小関係に
したがって加算又は減算して血圧値を補正する血圧測定装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項記載の血圧測定装置であって、

前記手首に光を照射し前記手首から反射してくる光を受光して電気信号に変換するセン
サと、

30

前記センサの出力信号に基づいて前記距離情報を生成する距離情報生成部とを備える血
圧測定装置。

【請求項 7】

被測定者の手首に装着して用いられる血圧測定装置の制御方法であって、

基準面に対する前記被測定者の前腕のなす角度である傾斜角度を測定する傾斜角度測定
ステップと、

前記血圧測定装置の前記前腕を軸とする軸周りの回転角度を測定する回転角度測定ステ
ップと、

前記手首を通る橈骨動脈と尺骨動脈の間の距離情報を取得する距離情報取得ステップと
、

40

前記傾斜角度、前記回転角度、及び前記距離情報を用いて、前記橈骨動脈と前記尺骨動
脈の相対位置関係を判定する判定ステップと、

前記相対位置関係に応じた制御を行う制御ステップと、を備える血圧測定装置の制御方
法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、手首に装着して用いる手首式の血圧測定装置及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

50

手首式の血圧測定装置では、正確な血圧測定を行うために、カフが装着されている手首の高さを心臓の高さとほぼ一致させた状態で測定を開始する必要がある。このため、手首の高さと心臓の高さを一致させるための多くの方法がこれまで提案されている（例えば特許文献１～４参照）。

【０００３】

特許文献１は、被測定者が肘から先の前腕をテーブルにつけた状態で手首に血圧計の装着を行い、この後、前腕を起こして手首の高さを上げていく使用形態を前提として、手首と心臓との距離をセンサにより測定し、その距離から手首の高さを判定する血圧測定装置を開示している。

【０００４】

特許文献２は、前腕のロール角とピッチ角を用いて、測定部位の高さを判定する血圧測定装置を開示している。

【０００５】

特許文献３は、測定部位を胸に当てた状態で血圧測定を開始させることで、測定部位と心臓の高さを一致させた状態で血圧測定を可能にする血圧測定装置を開示している。

【０００６】

特許文献４は、２軸加速度センサにより検出した測定者の姿勢に基づいて血圧測定の適否を判定し、その判定結果を報知する血圧測定装置を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】特開２００１－１７８６９４号公報

【特許文献２】国際公開２００２／３９８９３号公報

【特許文献３】特開２０１０－５１３６４号公報

【特許文献４】特開２００３－１０２６９３号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

手首には、小指側にある尺骨に沿う尺骨動脈と、親指側にある橈骨に沿う橈骨動脈との２つの動脈が通っている。そのため、カフによる圧迫圧力が尺骨動脈と橈骨動脈に損失なく均等に伝わる場合、オシロメトリック法により測定される血圧値は、橈骨動脈に生じる脈波と尺骨動脈に生じる脈波の合成波によって決まることになる。

【０００９】

橈骨動脈と尺骨動脈の各々の高さが心臓の高さと同じであれば、合成波によって決まる血圧値は正確な値となる。しかし、橈骨動脈と尺骨動脈のいずれかの高さと心臓の高さに違いがあると、合成波によって決まる血圧値は誤差を含むことになる。

【００１０】

特許文献１～４では、橈骨動脈と尺骨動脈の高さについては全く考慮がされていない。

【００１１】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、血圧測定精度を高めることが可能な手首式の血圧測定装置及びその制御方法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】

【００１２】

本発明の血圧測定装置は、被測定者の手首に装着して用いられる血圧測定装置であって、基準面に対する前記被測定者の前腕のなす角度である傾斜角度を測定する傾斜角度測定部と、前記血圧測定装置の前記前腕を軸とする軸周りの回転角度を測定する回転角度測定部と、前記手首を通る橈骨動脈と尺骨動脈の間の距離情報を取得する距離情報取得部と、前記傾斜角度、前記回転角度、及び前記距離情報を用いて、前記橈骨動脈と前記尺骨動脈の相対位置関係を判定する判定部と、前記相対位置関係に応じた制御を行う制御部と、を備えるものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

本発明の血圧測定装置の制御方法は、被測定者の手首に装着して用いられる血圧測定装置の制御方法であって、基準面に対する前記被測定者の前腕のなす角度である傾斜角度を測定する傾斜角度測定ステップと、前記血圧測定装置の前記前腕を軸とする軸周りの回転角度を測定する回転角度測定ステップと、前記手首を通る橈骨動脈と尺骨動脈の間の距離情報を取得する距離情報取得ステップと、前記傾斜角度、前記回転角度、及び前記距離情報を用いて、前記橈骨動脈と前記尺骨動脈の相対位置関係を判定する判定ステップと、前記相対位置関係に応じた制御を行う制御ステップと、を備えるものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、血圧測定精度を高めることが可能な手首式の血圧測定装置及びその制御方法を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態を説明するための手首式の血圧測定装置 1 の概略構成を示す外観図

【 図 2 】 図 1 に示す血圧測定装置 1 の内部構成を示す図

【 図 3 】 図 1 に示す血圧測定装置 1 の使用形態例を示す図

【 図 4 】 図 3 を被測定者 40 の頭部側から見た図

【 図 5 】 被測定者の手首の断面を示す図

【 図 6 】 図 2 に示す CPU 20 の機能ブロック図

【 図 7 】 図 1 に示す血圧測定装置 1 の動作を説明するためのフローチャート

【 図 8 】 図 6 に示す CPU 20 内の機能ブロックの変形例を示す図

【 図 9 】 脈波振幅包絡線の一例を示す図

【 図 10 】 図 9 の部分拡大図

【 図 11 】 血圧測定装置 1 の動作の変形例を説明するためのフローチャート

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

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。

【 0 0 1 7 】

図 1 は、本発明の一実施形態を説明するための手首式の血圧測定装置 1 の概略構成を示す外観図である。

【 0 0 1 8 】

血圧測定装置 1 は、本体部 10 と、被測定者の手首に巻き付け可能なカフ 30 とを備える。本体部 10 はカフ 30 に取り付けられている。カフ 30 は空気袋 31（図 2 参照）を含んでおり、この空気袋 31 にエアチューブ 40 が接続されている。

【 0 0 1 9 】

本体部 10 の表面には、例えば液晶等により構成される表示部 19 と、ユーザ（被測定者）からの指示を受付けるための操作部 21 とが配置されている。操作部 21 は複数のスイッチを含む。

【 0 0 2 0 】

本明細書においてカフとは、内腔を有する帯状又は筒状の構造物であって、生体の被測定部位（手首）に巻き付けが可能なものを意味し、気体や液体等の流体を内腔に注入することによって被測定者の動脈を圧迫して血圧測定に利用されるもののことを指す。

【 0 0 2 1 】

本体部 10 には、後述する加速度センサ 17 が内蔵されている。加速度センサ 17 は、3 軸重力加速度センサであり、図 1 に示した x 軸、y 軸、z 軸の 3 方向の重力加速度を検出する。なお、表示部 19 の表示面は x y 平面と平行である。

【 0 0 2 2 】

図 2 は、図 1 に示す血圧測定装置 1 の内部構成を示す図である。

【 0 0 2 3 】

本体部 1 0 は、エアチューブ 4 0 と接続される圧力センサ 1 1、ポンプ 1 2、及び排気弁（以下、弁という） 1 3 と、発振回路 1 4 と、ポンプ駆動回路 1 5 と、弁駆動回路 1 6 と、加速度センサ 1 7 と、動脈検出部 1 8 と、表示部 1 9 と、本体部 1 0 全体を統括制御すると共に各種の演算処理を行う制御部（ＣＰＵ） 2 0 と、操作部 2 1 と、メモリ 2 2 と、本体部 1 0 の各部に電力を供給する電源 2 3 と、を備える。

【 0 0 2 4 】

ポンプ 1 2 は、カフ 3 0 による被測定部位への圧迫圧力（以下、カフ圧とも言う）を増加させるために、空気袋 3 1 に空気を供給する。

【 0 0 2 5 】

弁 1 3 は、空気袋 3 1 内の空気を排出又は封入するために開閉される。

【 0 0 2 6 】

ポンプ駆動回路 1 5 は、ポンプ 1 2 の駆動をＣＰＵ 2 0 から与えられる制御信号に基づいて制御する。

【 0 0 2 7 】

弁駆動回路 1 6 は、弁 1 3 の開閉制御をＣＰＵ 2 0 から与えられる制御信号に基づいて行う。

【 0 0 2 8 】

圧力センサ 1 1 は、カフ 3 0 の空気袋 3 1 内の空気圧力を電気信号（カフ圧信号）に変換するセンサである。圧力センサ 1 1 は、一例として静電容量型の圧力センサを用いる。静電容量型の圧力センサは、検出する電気信号に応じて容量値が変化するものである。

【 0 0 2 9 】

発振回路 1 4 は、圧力センサ 1 1 の容量値に基づき発振し、当該容量値に応じた信号をＣＰＵ 2 0 に出力する。ＣＰＵ 2 0 は、発振回路 1 4 から出力されるカフ圧信号を取得することによって、カフ 3 0 内の圧力を検出する。

【 0 0 3 0 】

メモリ 2 2 は、ＣＰＵ 2 0 に所定の動作をさせるためのプログラムやデータを記憶するＲＯＭ（Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）と、ワークメモリとしてのＲＡＭ（Ｒａｎｄａｍ Ａｃｃｅｓｓ Ｍｅｍｏｒｙ）と、測定した血圧データ等を格納するフラッシュメモリとを含む。

【 0 0 3 1 】

動脈検出部 1 8 は、血圧測定装置 1 が被測定者の手首に装着された状態で、その手首にある橈骨動脈と尺骨動脈の位置を検出する。

【 0 0 3 2 】

動脈検出部 1 8 は、光（例えば赤外線）を照射する発光素子（例えばＬＥＤ）と、発光素子から発光され手首から反射してきた光を受光し電気信号に変換する光電変換素子とにより構成される。発光素子から発光する光は、生体の内部まで到達できる波長であればよい。

【 0 0 3 3 】

この発光素子と光電変換素子のペアを一次元状又は二次元状に並べることで、手首にある橈骨動脈と尺骨動脈を撮像することができ、橈骨動脈と尺骨動脈の位置を検出することができる。

【 0 0 3 4 】

血圧測定装置 1 では、加速度センサ 1 7 によって検出される情報により、基準面に対する被測定者の前腕のなす角度である傾斜角度 1 と、被測定者の前腕を軸とする軸周りの血圧測定装置 1 の回転角度 2 とを測定することができる。以下、傾斜角度 1 と回転角度 2 について詳述する。

【 0 0 3 5 】

図 3 は、血圧測定装置 1 の使用状態の一例を説明する図である。図 4 は、図 3 の使用状態を被測定者 4 0 の頭上から見たときの図である。図 3、4 において、ＸＹ平面が地面に

10

20

30

40

50

平行な面であり、Z軸方向が重力方向である。

【0036】

図3に示すように、血圧測定装置1は、被測定者40が椅子CHに座り、テーブルTに肘Eを載せた状態で使用される。

【0037】

図3において、符号Sは被測定者40の肩を示し、符号Uは被測定者40の上腕を示し、符号Fは被測定者40の前腕を示している。

【0038】

図4に示すように、血圧測定装置1は、本体部10に設けられる表示部19の表示面が被測定者40の掌に対して平行となるように、被測定者の手首に装着して使用される。

10

【0039】

また、血圧測定装置1は、被測定者40が血圧測定装置1を手首に装着してから、肘と手首をテーブルTに付けた姿勢（以下、前提姿勢）でその使用を開始する。

【0040】

図3に示すように、基準面であるテーブルTの上面に対する前腕Fのなす角度が傾斜角度 θ_1 となる。基準面はXY平面に平行な面であつ肘Eよりも下の面であればよく、例えば地面としてもよい。

【0041】

図5は、血圧測定装置1が装着される手首50の前腕の伸びる方向に直交する方向における断面を示す図である。符号51は橈骨動脈を示し、符号52は尺骨動脈を示している。

20

【0042】

図5において、破線で示した部分は前提姿勢における手首50の位置を示している。この前提姿勢から、前腕を軸とする軸周りに手首50を回転させた状態を実線で示しており、このときの回転角度 θ_2 を加速度センサ17のx軸方向の重力加速度から測定することができる。

【0043】

また、図5において、橈骨動脈と尺骨動脈の距離dは、動脈検出部18によって撮像された画像から求めることができる。

【0044】

30

図5における橈骨動脈と尺骨動脈の基準面からの高さの差は $d \sin \theta_2$ となる。また、この高さの差は、傾斜角度 θ_1 によってもかわるため、橈骨動脈と尺骨動脈の基準面からの高さの差は、 $d \sin \theta_2 \times \cos \theta_1$ の演算によって求まる。

【0045】

図6は、図2に示すCPU20がROMに記憶されるプログラムを読み出して実行することにより実現される機能ブロック図である。

【0046】

CPU20は、血圧測定部20aと、動脈間距離情報生成部20bと、動脈相対位置判定部20cと、手首高さ検出部20dと、測定姿勢誘導部20eと、角度測定部20hと、を備える。

40

【0047】

これらは、CPU20がメモリ22に記憶されるプログラムを読み出して実行することで主にCPU20に形成される機能であるが、これら機能のうちの一部又は全部がハードウェア構成で形成されてもよい。

【0048】

血圧測定部20aは、発振回路14から入力されるカフ圧信号から脈波とカフ圧を抽出する。血圧測定部20aは、抽出した脈波からその振幅値を算出し、脈波の振幅値とその脈波発生時点でのカフ圧とを対応付けた脈波振幅包絡線のデータを作成する。血圧測定部20aは、この脈波振幅包絡線のデータを用いて、最高血圧及び最低血圧といった測定血圧値を決定する。

50

【 0 0 4 9 】

動脈間距離情報生成部 2 0 b は、動脈検出部 1 8 から出力された撮像信号を用いて、被測定者の手首にある橈骨動脈と尺骨動脈の間の距離情報（図 5 に示した d ）を生成する。

【 0 0 5 0 】

角度測定部 2 0 h は、加速度センサ 1 7 の出力から傾斜角度 1 及び回転角度 2 を演算により求める。

【 0 0 5 1 】

動脈相対位置判定部 2 0 c は、角度測定部 2 0 h で生成された傾斜角度 1 及び回転角度 2 と、動脈間距離情報生成部 2 0 b で生成された距離情報 d とを用いて、被測定者の手首にある橈骨動脈と尺骨動脈の相対位置関係を判定する。

10

【 0 0 5 2 】

動脈相対位置判定部 2 0 c は、橈骨動脈と尺骨動脈のどちらが基準面に対して高い位置にあるか（橈骨動脈と尺骨動脈の高さの大小関係）、どちらかが高い場合はその高さの差がどのくらいなのかを、相対位置関係として判定する。

【 0 0 5 3 】

動脈相対位置判定部 2 0 c は、以下の式（ 1 ）により、橈骨動脈と尺骨動脈の基準面からの高さの差 H を算出し、この H から相対位置関係を判定する。

【 0 0 5 4 】

なお、回転角度 2 は、図 5 において、前提姿勢から左に手首が回転した場合は符号がマイナスとなり、前提姿勢から右に手首が回転した場合は符号がプラスとなる。このため、H の符号によって、橈骨動脈と尺骨動脈のどちらが高い位置にあるのかを判定することができる。

20

【 0 0 5 5 】

$$H = d \times \sin \theta_2 \times \cos \theta_1 \cdots (1)$$

【 0 0 5 6 】

手首高さ検出部 2 0 d は、角度測定部 2 0 h により算出された傾斜角度 1 と、メモリ 2 2 に予め記憶されている被測定者に関わる各種情報とを用いて、被測定者の手首の心臓に対する高さ（図 3 に示した血圧測定装置 1 と被測定者 4 0 の心臓との高さの差 D ）を算出する。

【 0 0 5 7 】

なお、手首高さ検出部 2 0 d は、血圧測定装置 1 の基準面からの高さが、血圧測定装置 1 が装着される手首の橈骨動脈の基準面からの高さ、又は、血圧測定装置 1 が装着される手首の尺骨動脈の基準面からの高さと同じとみなして、D を算出する。

30

【 0 0 5 8 】

メモリ 2 2 に予め記憶しておく情報は、上腕の長さ L 1、前腕の長さ L 2、被測定者 4 0 の肩 S から椅子 C H の座面までの距離 H a、椅子 C H の座面高さ H b、及びテーブル T の高さ H c である。L 1、L 2、及び H a は、被測定者 4 0 の身長から自動的に決めた値としてもよい。H b、H c は、被測定者が手入力できるようにしておけばよい。

【 0 0 5 9 】

図 3 において、被測定者 4 0 の上腕 U と重力方向とのなす角度を 3 とし、肩 S から心臓 H までの距離を H 3 とすると、D は以下の式（ 2 ）により求まる。

40

【 0 0 6 0 】

$$D = L_2 \sin \theta_1 - \{ L_1 \cos \theta_3 - (H_3 \cos \theta_4) \} \cdots (2)$$

【 0 0 6 1 】

ここで、距離 H 3 は、上腕 U の長さ L 1 の約半分の値で代用することができる。また、 $L_1 \cos \theta_3 = H_a \cos \theta_4 - (H_c - H_b)$ であり、この式から、 $\cos \theta_4$ は以下の式（ 3 ）となる。

【 0 0 6 2 】

$$\cos \theta_4 = \{ L_1 \cos \theta_3 + (H_c - H_b) \} / H_a \cdots (3)$$

【 0 0 6 3 】

50

ここで、角度 3 は経験的に既知の値であるため、角度 3 もメモリ 22 に予め記憶される。したがって、手首高さ検出部 20d は、式(2)に式(3)を代入して得られる式と、傾斜角度 1 及びメモリ 22 に記憶された情報とにより、被測定者の手首の心臓に対する高さを算出することができる。

【0064】

なお、手首の高さの算出方法は上述したものに限らず、特許文献 1, 2 等のよく知られている方法を採用することができる。

【0065】

測定姿勢誘導部 20e は、手首高さ検出部 20d によって算出された D が許容値以下となるように、傾斜角度 1 を誘導するための情報を出力する。この許容値は、要求される

10

血压測定精度を得られる程度の値としておく。

【0066】

例えば、測定姿勢誘導部 20e は、「前腕を少し手前に傾けてください」、「前腕を少し奥に傾けてください」等のメッセージを表示部 19 に表示させることで、D が許容値以下なるように被測定者を誘導する。

【0067】

また、測定姿勢誘導部 20e は、動脈相対位置判定部 20c によって算出された H (符号を除く絶対値) が許容値以下となるように、回転角度 2 を誘導するための情報を出力する。この許容値も、要求される血压測定精度を得られる程度の値としておく。

【0068】

20

例えば、測定姿勢誘導部 20e は、「手首を右に少し回転させてください」、「手首を左に少し回転させてください」等のメッセージを表示部 19 に表示させることで、H (符号を除く絶対値) が許容値以下となるように被測定者を誘導する。

【0069】

次に、以上のように構成された血压測定装置 1 の動作を説明する。

【0070】

図 7 は、血压測定装置 1 の動作を説明するためのフローチャートである。

【0071】

操作部 21 が操作されて血压測定の開始が指示されると、CPU 20 は、加速度センサ 17 によって検出された情報から、前腕の傾斜角度 1 を測定し(ステップ S1)、加

30

速度センサ 17 によって検出された情報から回転角度 2 を測定する(ステップ S2)。

【0072】

また、CPU 20 は、ステップ S1 で測定した傾斜角度 1 と、上腕の長さ L1、前腕の長さ L2、角度 3、被測定者 40 の肩 S から椅子 CH の座面までの距離 Ha、椅子 CH の座面高さ Hb、及びテーブル T の高さ Hb の情報とを用いて、式(2)、(3)の演算により、D を算出する(ステップ S3)。

【0073】

次に、CPU 20 は、動脈検出部 18 によって撮像された画像から、橈骨動脈と尺骨動脈との距離 d を算出する(ステップ S4)。

【0074】

40

そして、CPU 20 は、ステップ S1 で測定した傾斜角度 1 と、ステップ S2 で測定した回転角度 2 と、ステップ S4 で算出した距離 d とを用いて、式(1)の演算により H を算出する(ステップ S5)。

【0075】

CPU 20 は、ステップ S3 で算出した D とステップ S5 で算出した H に基づいて、被測定者の姿勢が血压測定可能な姿勢となっているか否かを判定する(ステップ S6)。

【0076】

CPU 20 は、D が許容値以下であり、かつ、H が許容値以下である場合に、血压測定可能な姿勢であると判定する。D と H のいずれかが許容値を超えている場合、C

50

P U 2 0 は血圧測定不可能な姿勢であると判定する。

【 0 0 7 7 】

ステップ S 6 の判定が N O のとき、C P U 2 0 は、D 及び H がともに許容値以下となるような傾斜角度 1 及び回転角度 2 を算出し、傾斜角度 1 及び回転角度 2 が当該算出した角度となるように、被測定者を誘導するための情報を表示部 1 9 に表示させる（ステップ S 7 ）。そして、C P U 2 0 はステップ S 1 に処理を戻す。

【 0 0 7 8 】

なお、ステップ S 7 では、メッセージ表示に限らず、音声によって姿勢を誘導するようにしてもよい。

【 0 0 7 9 】

ステップ S 6 の判定が Y E S のとき、C P U 2 0 は、カフ 3 0 による加圧を開始し、オシロメトリック法による血圧測定を開始する（ステップ S 8 ）。

【 0 0 8 0 】

C P U 2 0 は、脈波振幅包絡線データから測定血圧値を決定すると、決定した血圧値を表示部 1 9 に表示させて（ステップ S 9 ）、血圧測定指示に応じた動作を終了する。

【 0 0 8 1 】

以上のように、血圧測定装置 1 によれば、橈骨動脈と尺骨動脈の基準面からの高さの差 H を許容値以下にした状態で血圧測定を開始することができる。このため、測定される血圧値を誤差の少ないものとすることができ、測定される血圧値の信頼性を高めることができる。

【 0 0 8 2 】

なお、手首の高さと心臓の高さが同じ状態で測定を行うことを前提とするのであれば、図 7 のステップ S 3 の処理は省略することができる。

【 0 0 8 3 】

この場合、図 7 のステップ S 6 では、2 つの動脈の高さの差 H が許容値以下か否かを判定し、H が許容値を超えていたら、ステップ S 7 において、H が許容値以下となるように、姿勢の誘導を行えばよい。

【 0 0 8 4 】

また、血圧測定装置 1 には動脈検出部 1 8 を設けているが、これは省略してもよい。

【 0 0 8 5 】

動脈検出部 1 8 を省略する場合は、橈骨動脈と尺骨動脈の間の距離情報をメモリ 2 2 に予め記憶しておき、図 7 のステップ S 4 の代わりに、C P U 2 0 がメモリ 2 2 から距離情報を取得すればよい。

【 0 0 8 6 】

橈骨動脈と尺骨動脈の間の距離情報は、被測定者が手入力でメモリ 2 2 に記憶できるようにしてもよいし、血圧測定装置 1 の製造者が、橈骨動脈と尺骨動脈の間の距離の平均的な値をメモリ 2 2 に記憶しておくようにしてもよい。

【 0 0 8 7 】

また、血圧測定部 2 0 a は、オシロメトリック法により血圧を測定するものとしたが、コロトコフ音を検出して血圧値を測定する方法等の他の方法によって血圧を測定してもよい。

【 0 0 8 8 】

ここまでは、手首と心臓の高さの差 D と、橈骨動脈と尺骨動脈の高さの差 H とがそれぞれ許容値以下となるように被測定者の姿勢を誘導してから血圧測定を行う例を説明した。

【 0 0 8 9 】

以下では、H が許容値を越えている状態でも血圧測定を可能にし、血圧測定結果を補正することで血圧測定の精度を高める例について説明する。

【 0 0 9 0 】

図 8 は、図 6 に示す C P U 2 0 内の機能ブロックの変形例を示す図である。

10

20

30

40

50

【0091】

図8に示すCPU20は、測定姿勢誘導部20eの代わりに測定姿勢誘導部20e'を設け、更に、血压補正部20fを追加した点を除いては、図6と同じ構成である。

【0092】

測定姿勢誘導部20e'は、手首高さ検出部20dで算出された、手首と心臓の高さの差Dが許容値以下となるように、被測定者の姿勢を誘導するための情報を出力する。

【0093】

この変形例における血压測定部20aは、手首高さ検出部20dで算出されたDが許容値以下となった場合に、オシロメトリック法による血压測定を開始し、決定した血压値を血压補正部20fに送信する。

10

【0094】

血压補正部20fは、動脈相対位置判定部20cで算出された、橈骨動脈と尺骨動脈の高さの差Hに基づいて、血压測定部20aで決定された測定血压値を補正し、補正後の血压値を表示部19に表示させる。

【0095】

図9は、脈波振幅包絡線の一例を示す図である。図10は、図9の部分拡大図である。図9には、包絡線Aと包絡線Bと包絡線Cが示されている。

【0096】

包絡線Aは、カフ30の圧迫圧力が損失することなく橈骨動脈に全て伝わっており、尺骨動脈の圧迫は不十分な場合に血压測定部20aにより生成される脈波振幅の包絡線である。

20

【0097】

包絡線Bは、カフ30の圧迫圧力が損失することなく尺骨動脈に全て伝わっており、橈骨動脈の圧迫は不十分な場合に血压測定部20aにより生成される脈波振幅の包絡線である。

【0098】

包絡線Cは、カフ30の圧迫圧力が損失することなく橈骨動脈と尺骨動脈のそれぞれに全て伝わっている場合に血压測定部20aにより生成される脈波振幅の包絡線である。

【0099】

なお、図9は、尺骨動脈よりも橈骨動脈の方が地面からの高さが5cm高いとき($H = 5\text{ cm}$ のとき)のデータを示している。

30

【0100】

図9に示す脈波振幅の包絡線において、脈波振幅が1となるカフ圧が最高血压として決定されるものとする、包絡線Aにしたがえば、最高血压は98[mmHg]となり、包絡線Bにしたがえば、最高血压は102[mmHg]となり、包絡線Cにしたがえば、最高血压は100[mmHg]となる。

【0101】

本実施形態では、カフ30によって橈骨動脈と尺骨動脈を均等に圧迫することを前提としている。つまり、カフ30による圧迫圧力の橈骨動脈への伝達比率と、尺骨動脈への伝達比率との比を $a : b = 1 : 1$ となるように、カフ30の構造設計を行っている。

40

【0102】

したがって、橈骨動脈と尺骨動脈の高さが一致しておらず、かつ、橈骨動脈と尺骨動脈のいずれかが心臓の高さと一致している場合、血压測定部20aによって決定される測定血压値には、その高さの差(上述したH)に起因する誤差が生じることになる。

【0103】

2つの動脈間に高さの差H(cm)があると、単位長さあたりの水頭圧($= 0.8\text{ mmHg/cm}$)にHを乗じて得られる圧力差が2つの動脈間に現れる。

【0104】

例えば、橈骨動脈が尺骨動脈よりも高い位置にある場合、橈骨動脈と尺骨動脈の圧力差は、図10に示した包絡線Aによって決まる最高血压と包絡線Bによって決まる最高血压

50

との差に相当する。

【0105】

カフ30による圧迫圧力の橈骨動脈への伝達比率と、尺骨動脈への伝達比率との比を $a : b$ とし、水頭圧を P とし、図10に示した包絡線Cによって決まる最高血圧を P とすると、包絡線Aによって決まる最高血圧 P' は以下の式(4)により求まる。また、包絡線Bによって決まる最高血圧 P'' は以下の式(5)により求まる。

【0106】

$$P' = P - [\quad \times H \times \{ a / (a + b) \}] \quad \cdots (4)$$

$$P'' = P + [\quad \times H \times \{ b / (a + b) \}] \quad \cdots (5)$$

式(4)、(5)において、 H は符号も考慮する。

10

【0107】

式(4)、(5)において、 P は血圧測定部20aによって決定される値である。また、 H は動脈相対位置判定部20cによって算出される値である。また、 a と b は、カフ30の構造によって決まる値である。

【0108】

血圧測定装置1の基準面からの高さを、血圧測定装置1が装着される手首の橈骨動脈の基準面からの高さと同じとみなして、手首高さ検出部20dが D を算出する場合、つまり、心臓の高さと橈骨動脈の高さをほぼ一致させた状態で血圧測定を開始する場合、血圧補正部20fは、上記 P' を最終的な血圧値として算出すればよい。

【0109】

20

一方、血圧測定装置1の基準面からの高さを、血圧測定装置1が装着される手首の尺骨動脈の基準面からの高さと同じとみなして、手首高さ検出部20dが D を算出する場合、つまり、心臓の高さと尺骨動脈の高さをほぼ一致させた状態で血圧測定を開始する場合、血圧補正部20fは、上記 P'' を最終的な血圧値として算出すればよい。

【0110】

以下、図8に示すCPU20の動作を説明する。

【0111】

図11は、血圧測定装置1の動作の変形例を説明するためのフローチャートである。

【0112】

操作部21が操作されて血圧測定の開始が指示されると、CPU20は、加速度センサ17によって検出された情報から、前腕の傾斜角度 θ_1 を測定する(ステップS11)。

30

【0113】

次に、CPU20は、ステップS11で測定した傾斜角度 θ_1 と、上腕の長さ L_1 、前腕の長さ L_2 、角度 θ_3 、被測定者40の肩Sから椅子CHの座面までの距離 H_a 、椅子CHの座面高さ H_b 、及びテーブルTの高さ H_b の情報とを用いて、式(2)、(3)の演算により、 D を算出する(ステップS12)。

【0114】

CPU20は、ステップS12で算出した D に基づいて、被測定者の姿勢が血圧測定可能な姿勢となっているか否かを判定する(ステップS13)。

【0115】

40

CPU20は、 D が許容値以下である場合に、血圧測定可能な姿勢であると判定する。 D が許容値を超えている場合、CPU20は血圧測定不可能な姿勢であると判定する。

【0116】

ステップS13の判定がNOのとき、CPU20は、 D が許容値以下となるような傾斜角度 θ_1 を算出し、傾斜角度 θ_1 が当該算出した角度となるように、被測定者を誘導するための情報を表示部19に表示させる(ステップS14)。そして、CPU20はステップS11に処理を戻す。

【0117】

ステップS13の判定がYESのとき、CPU20は、カフ30による手首への加圧を

50

開始し、オシロメトリック法による血圧測定を開始する（ステップS15）。

【0118】

CPU20は、カフ圧信号から脈波を抽出し（ステップS16）、脈波振幅包絡線データを生成する（ステップS17）。そして、この脈波振幅包絡線データから最低血圧値及び最高血圧値を決定する（ステップS18）。

【0119】

次に、CPU20は、動脈検出部18によって撮像された画像から、橈骨動脈と尺骨動脈との距離dを算出する（ステップS19）。また、CPU20は、加速度センサ17の検出情報から回転角度 θ_2 を測定する（ステップS20）。

【0120】

そして、CPU20は、ステップS11で測定した傾斜角度 θ_1 と、ステップS20で測定した回転角度 θ_2 と、ステップS19で算出した距離dとを用いて、式（1）の演算によりHを算出する（ステップS21）。

【0121】

続いて、CPU20は、ステップS18で決定した最低血圧値及び最高血圧値（それぞれをPとする）と、ステップS21で算出したHを、式（4）又は（5）に代入して、ステップS18で決定された最低血圧値及び最高血圧値を補正する（ステップS22）。

【0122】

最後に、CPU20は、ステップS22で補正後の血圧値を表示部19に表示させて（ステップS23）、血圧測定指示に応じた動作を終了する。

【0123】

以上のように、図8に示すCPU20を搭載する血圧測定装置1によれば、橈骨動脈と尺骨動脈の高さの差Hが許容値を超えた状態で血圧が測定された場合でも、血圧測定部20aによって決定された血圧値を、その高さの差Hにしたがって補正するため、誤差のない正確な血圧値を測定することができる。

【0124】

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。

【0125】

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。

【0126】

開示された血圧測定装置は、被測定者の手首に装着して用いられる血圧測定装置であって、基準面に対する前記被測定者の前腕のなす角度である傾斜角度を測定する傾斜角度測定部と、前記血圧測定装置の前記前腕を軸とする軸周りの回転角度を測定する回転角度測定部と、前記手首を通る橈骨動脈と尺骨動脈の間の距離情報を取得する距離情報取得部と、前記傾斜角度、前記回転角度、及び前記距離情報を用いて、前記橈骨動脈と前記尺骨動脈の相対位置関係を判定する判定部と、前記相対位置関係に応じた制御を行う制御部と、を備えるものである。

【0127】

開示された血圧測定装置は、前記制御部が、前記相対位置関係にしたがい、前記回転角度を、前記橈骨動脈の前記基準面からの高さと同前記尺骨動脈の前記基準面からの高さとの差が予め決められた値以下となる角度に誘導するための情報を出力し、前記判定部により、前記橈骨動脈の前記基準面からの高さと同前記尺骨動脈の前記基準面からの高さとの差が予め決められた値以下であると判定された場合に、血圧の測定を開始する血圧測定部を備えるものである。

【0128】

開示された血圧測定装置は、前記傾斜角度を利用して、前記被測定者の心臓に対する前記手首の高さを検出する高さ検出部を備え、前記制御部は、前記回転角度と同前記傾斜角度を、前記橈骨動脈の前記基準面からの高さと同前記尺骨動脈の前記基準面からの高さとの差

10

20

30

40

50

が予め決められた値以下となり、かつ、前記被測定者の心臓に対する前記手首の高さが予め決められた値以下となる角度に誘導するための情報を、前記手首の高さと前記相対位置関係とに基づいて出力し、前記判定部により、前記橈骨動脈の前記基準面からの高さと同記尺骨動脈の前記基準面からの高さとの差が予め決められた値以下であると判定され、かつ、前記高さ検出部により検出される高さが予め決められた値以下である場合に、血圧の測定を開始する血圧測定部を備えるものである。

【0129】

開示された血圧測定装置は、カフによる前記手首の圧迫圧力の増加過程又は減少過程における前記カフ内の検出圧力から脈波を抽出し、前記脈波の振幅値に基づいて血圧を測定する血圧測定部を備え、前記制御部は、前記血圧測定部により測定された血圧値を前記相対位置関係にしたがって補正するものである。

10

【0130】

開示された血圧測定装置は、前記判定部が、前記相対位置関係として、前記橈骨動脈の前記基準面からの高さと同記尺骨動脈の前記基準面からの高さとの差 H と、前記橈骨動脈と前記尺骨動脈の前記基準面からの高さの大小関係とを判定し、前記 H と、単位長さあたりの水頭圧と、前記カフによる前記橈骨動脈への圧迫圧力の伝達率と前記カフによる前記尺骨動脈への圧迫圧力の伝達率との比によって決まる係数とを乗じて得られる値を、前記血圧測定部により測定された血圧値に対し、前記大小関係にしたがって加算又は減算して血圧値を補正するものである。

【0131】

20

開示された血圧測定装置は、前記手首に光を照射し前記手首から反射してくる光を受光して電気信号に変換するセンサと、前記センサの出力信号に基づいて前記距離情報を生成する距離情報生成部とを備えるものである。

【0132】

開示された血圧測定装置の制御方法は、被測定者の手首に装着して用いられる血圧測定装置の制御方法であって、基準面に対する前記被測定者の前腕のなす角度である傾斜角度を測定する傾斜角度測定ステップと、前記血圧測定装置の前記前腕を軸とする軸周りの回転角度を測定する回転角度測定ステップと、前記手首を通る橈骨動脈と尺骨動脈の間の距離情報を取得する距離情報取得ステップと、前記傾斜角度、前記回転角度、及び前記距離情報を用いて、前記橈骨動脈と前記尺骨動脈の相対位置関係を判定する判定ステップと、前記相対位置関係に応じた制御を行う制御ステップと、を備えるものである。

30

【符号の説明】

【0133】

- 1 血圧測定装置
- 10 本体部
- 30 カフ
- 11 圧力センサ
- 17 3軸加速度センサ
- 19 表示部
- 20 CPU
- 20a 血圧測定部
- 20b 動脈間距離情報生成部
- 20c 動脈相対位置判定部
- 20d 手首高さ検出部
- 20e, 20e' 測定姿勢誘導部
- 20f 血圧補正部
- 20h 角度測定部
- 21 操作部
- 40 被測定者
- 50 手首

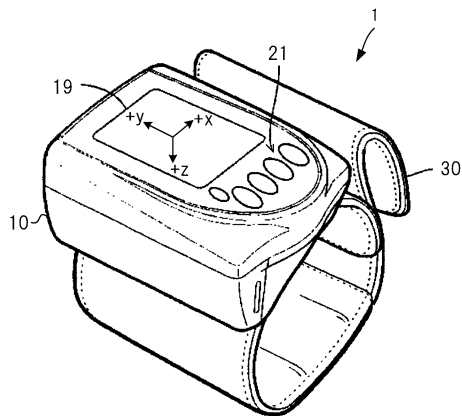
40

50

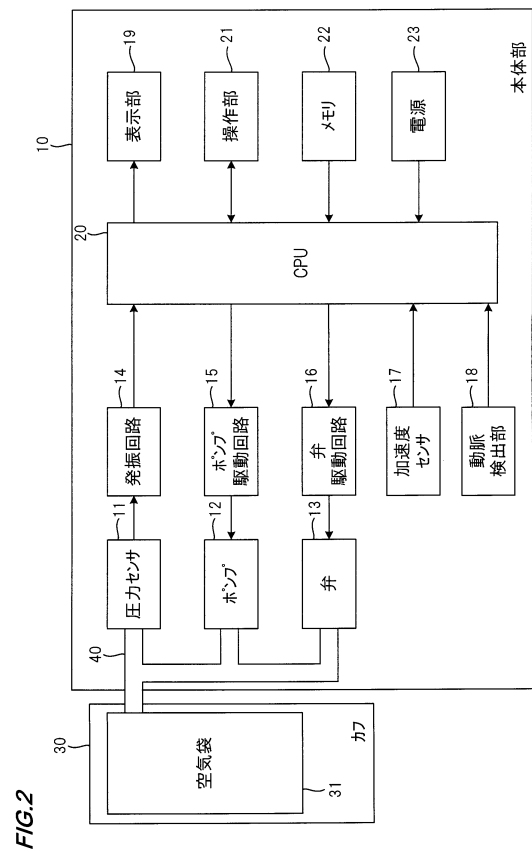
- 5 1 橈骨動脈
 5 2 尺骨動脈
 d 動脈間距離
 F 前腕
 U 上腕
 1 傾斜角度
 2 回転角度
 D 測定部位と心臓 H との高さの差

【図 1】

FIG.1

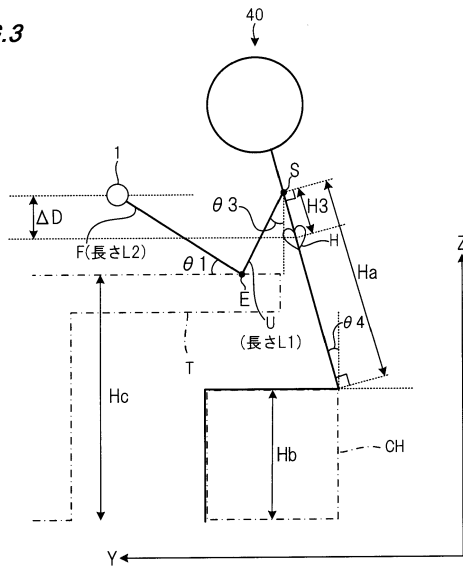


【図 2】



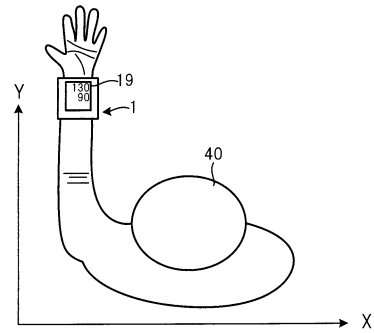
【図 3】

FIG.3



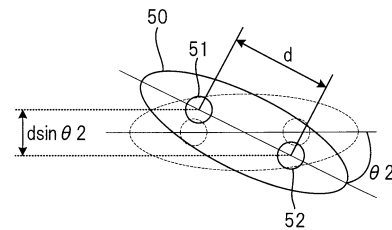
【図 4】

FIG.4



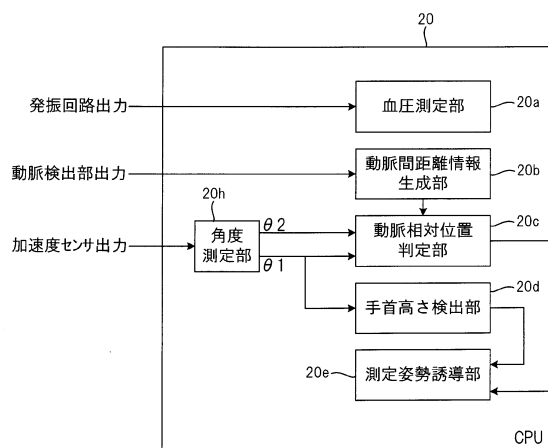
【図 5】

FIG.5



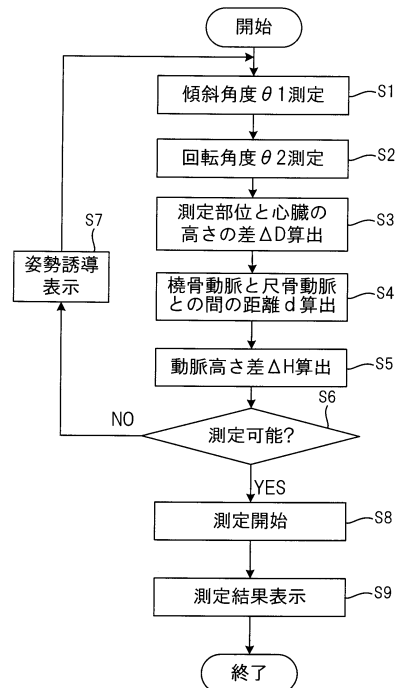
【図 6】

FIG.6



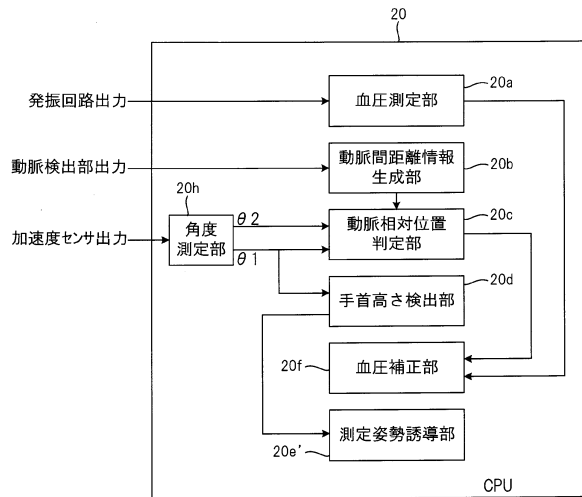
【図 7】

FIG.7



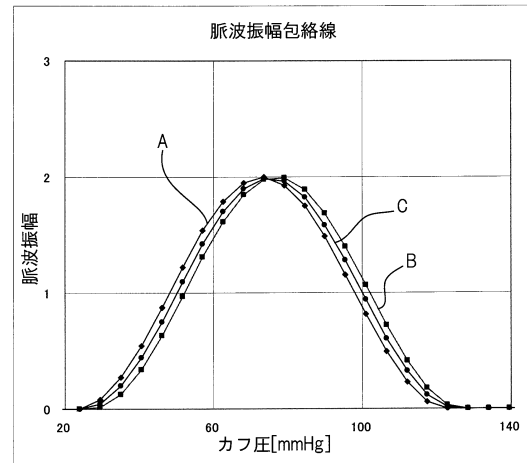
【図 8】

FIG.8



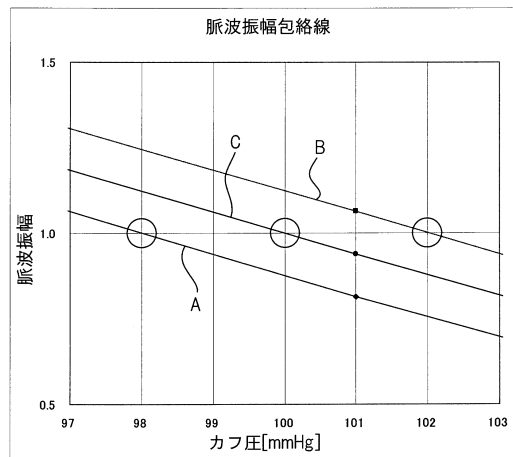
【図 9】

FIG.9



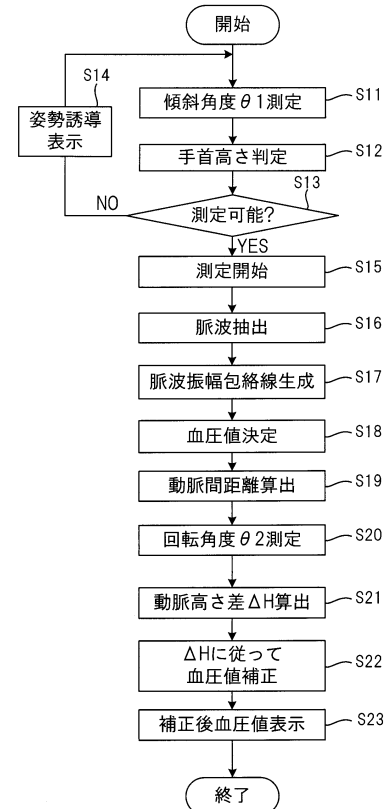
【図 10】

FIG.10



【図 11】

FIG.11



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

審査官 湯本 照基

(56)参考文献 特開２０１１－２２４１４４（ＪＰ，Ａ）

特表２００２－５４１８９４（ＪＰ，Ａ）

特開２００３－１４４３９７（ＪＰ，Ａ）

特開２０００－３５０７０６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

A 6 1 B 5 / 0 2 2

A 6 1 B 5 / 0 2