

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第6993261号
(P6993261)

(45)発行日 令和4年1月13日(2022.1.13)

(24)登録日 令和3年12月13日(2021.12.13)

(51)国際特許分類		F I			
A 6 1 B	5/02 (2006.01)	A 6 1 B	5/02	3 1 0 P	
A 6 1 B	5/00 (2006.01)	A 6 1 B	5/00	G	

請求項の数 11 (全27頁)

(21)出願番号	特願2018-30117(P2018-30117)	(73)特許権者	000006633 京セラ株式会社 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(22)出願日	平成30年2月22日(2018.2.22)	(74)代理人	100147485 弁理士 杉村 憲司
(65)公開番号	特開2019-141416(P2019-141416 A)	(74)代理人	230118913 弁護士 杉村 光嗣
(43)公開日	令和1年8月29日(2019.8.29)	(74)代理人	100153017 弁理士 大倉 昭人
審査請求日	令和2年7月10日(2020.7.10)	(74)代理人	100188307 弁理士 太田 昌宏
		(72)発明者	安島 弘美 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内
		審査官	遠藤 直恵

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子機器、推定システム、推定方法及び推定プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検者の脈波を取得するセンサ部と、
食前の脈波及び食後の血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、かつ前記被検者の食前の脈波及び食後の脈波のうちの前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波のみを推定に用いる脈波情報として用いて、前記被検者の食後の血糖値を推定する制御部と、
を備える電子機器。

【請求項2】

前記制御部は、複数の推定式のうち、前記被検者の食事の内容に応じた推定式を用いて、前記食後の血糖値を推定する、請求項1に記載の電子機器。

【請求項3】

前記複数の推定式のそれぞれは、前記食事の内容の分類に対応付けられる、請求項2に記載の電子機器。

【請求項4】

前記推定式は、P L S 回帰分析又はニューラルネットワーク回帰分析により作成される、請求項1に記載の電子機器。

【請求項5】

被検者の脈波を取得するセンサ部と、
食前の脈波及び食後の脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、かつ前記被検者の食前の脈波及び食後の脈波のうちの前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波のみを

推定に用いる脈波情報として用いて、前記被検者の食後の脂質値を推定する制御部と、
を備える電子機器。

【請求項 6】

互いに通信可能に接続された電子機器と情報処理装置とを備える推定システムであって、
前記電子機器は、被検者の脈波を取得するセンサ部を備え、
前記情報処理装置は、食前の脈波及び食後の血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、
かつ前記被検者の食前の脈波及び食後の脈波のうちの前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波のみを推定に用いる脈波情報として用いて、前記被検者の食後の血糖値を推定する制御部を備える、
推定システム。

10

【請求項 7】

互いに通信可能に接続された電子機器と情報処理装置とを備える推定システムであって、
前記電子機器は、被検者の脈波を取得するセンサ部を備え、
前記情報処理装置は、食前の脈波及び食後の脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、
かつ前記被検者の食前の脈波及び食後の脈波のうちの前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波のみを推定に用いる脈波情報として用いて、前記被検者の食後の脂質値を推定する制御部を備える、
推定システム。

【請求項 8】

電子機器により実行される推定方法であって、
被検者の脈波を取得する取得ステップと、
食前の脈波及び食後の血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、かつ前記被検者の食前の脈波及び食後の脈波のうちの前記取得ステップで取得した前記被検者の食前の脈波のみを推定に用いる脈波情報として用いて、前記被検者の食後の血糖値を推定する推定ステップと、
を含む、推定方法。

20

【請求項 9】

電子機器により実行される推定方法であって、
被検者の脈波を取得する取得ステップと、
食前の脈波及び食後の脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、かつ前記被検者の食前の脈波及び食後の脈波のうちの前記取得ステップで取得した前記被検者の食前の脈波のみを推定に用いる脈波情報として用いて、前記被検者の食後の脂質値を推定する推定ステップと、
を含む、推定方法。

30

【請求項 10】

電子機器に、
被検者の脈波を取得する取得ステップと、
食前の脈波及び食後の血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、かつ前記被検者の食前の脈波及び食後の脈波のうちの前記取得ステップで取得した前記被検者の食前の脈波のみを推定に用いる脈波情報として用いて、前記被検者の食後の血糖値を推定する推定ステップと、
を実行させる推定プログラム。

40

【請求項 11】

電子機器に、
被検者の脈波を取得する取得ステップと、
食前の脈波及び食後の脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、かつ前記被検者の食前の脈波及び食後の脈波のうちの前記取得ステップで取得した前記被検者の食前の脈波のみを推定に用いる脈波情報として用いて、前記被検者の食後の脂質値を推定する推定ステップと、
を実行させる推定プログラム。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、測定された生体情報から、被検者の健康状態を推定する電子機器、推定システム、推定方法及び推定プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、被検者（ユーザ）の健康状態を推定する手段として血液成分の測定、血液の流動性の測定が行われている。これらは、被検者から採血された血液を用いて測定が行われる。また、被検者の手首等の被検部位から生体情報を測定する電子機器が知られている。例えば、特許文献1には、被検者が手首に装着することにより、被検者の脈拍を測定する電子機器が記載されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2002-360530号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、採血には痛みが伴うため、日常的に自身の健康状態を推定することが難しい。また、特許文献1に記載の電子機器は、脈拍を測定するだけのものであり、脈拍以外の被検者の健康状態を推定することはできない。

20

【0005】

かかる事情に鑑みてなされた本開示の目的は、簡便に被検者の健康状態を推定することができる電子機器、推定システム、推定方法及び推定プログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

電子機器の一態様は、被検者の脈波を取得するセンサ部と、食前の脈波及び食後の血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、かつ前記被検者の食前の脈波及び食後の脈波のうちの前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波のみを推定に用いる脈波情報として用いて、前記被検者の食後の血糖値を推定する制御部と、を備える。

30

【0007】

電子機器の他の一態様は、被検者の脈波を取得するセンサ部と、食前の脈波及び食後の脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、かつ前記被検者の食前の脈波及び食後の脈波のうちの前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波のみを推定に用いる脈波情報として用いて、前記被検者の食後の脂質値を推定する制御部と、を備える。

【0008】

推定システムの一態様は、互いに通信可能に接続された電子機器と情報処理装置とを備える推定システムである。前記電子機器は、被検者の脈波を取得するセンサ部を備える。前記情報処理装置は、食前の脈波及び食後の血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、かつ前記被検者の食前の脈波及び食後の脈波のうちの前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波のみを推定に用いる脈波情報として用いて、前記被検者の食後の血糖値を推定する制御部を備える。

40

【0009】

推定システムの他の一態様は、互いに通信可能に接続された電子機器と情報処理装置とを備える推定システムである。前記電子機器は、被検者の脈波を取得するセンサ部を備える。前記情報処理装置は、食前の脈波及び食後の脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、かつ前記被検者の食前の脈波及び食後の脈波のうちの前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波のみを推定に用いる脈波情報として用いて、前記被検者の食後の脂質値を推定する制御部を備える。

50

【 0 0 1 0 】

推定方法の一態様は、電子機器により実行される推定方法である。前記推定方法は、被検者の脈波を取得する取得ステップと、食前の脈波及び食後の血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、かつ前記被検者の食前の脈波及び食後の脈波のうちの前記取得ステップで取得した前記被検者の食前の脈波のみを推定に用いる脈波情報として用いて、前記被検者の食後の血糖値を推定する推定ステップと、を含む。

【 0 0 1 1 】

推定方法の他の一態様は、電子機器により実行される推定方法である。前記推定方法は、被検者の脈波を取得する取得ステップと、食前の脈波及び食後の脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、かつ前記被検者の食前の脈波及び食後の脈波のうちの前記取得ステップで取得した前記被検者の食前の脈波のみを推定に用いる脈波情報として用いて、前記被検者の食後の脂質値を推定する推定ステップと、を含む。

10

【 0 0 1 2 】

推定プログラムの一態様は、電子機器に、被検者の脈波を取得する取得ステップと、食前の脈波及び食後の血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、かつ前記被検者の食前の脈波及び食後の脈波のうちの前記取得ステップで取得した前記被検者の食前の脈波のみを推定に用いる脈波情報として用いて、前記被検者の食後の血糖値を推定する推定ステップと、を実行させる。

【 0 0 1 3 】

推定プログラムの他の一態様は、電子機器に、被検者の脈波を取得する取得ステップと、食前の脈波及び食後の脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、かつ前記被検者の食前の脈波及び食後の脈波のうちの前記取得ステップで取得した前記被検者の食前の脈波のみを推定に用いる脈波情報として用いて、前記被検者の食後の脂質値を推定する推定ステップと、を実行させる。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

本開示によれば、簡便に被検者の健康状態を推定することができる電子機器、推定システム、推定方法及び推定プログラムを提供できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 一実施形態に係る電子機器の一例の概略構成を示す模式図である。

【 図 2 】 図 1 の電子機器の概略構成を示す断面図である。

【 図 3 】 図 1 の電子機器の使用状態の一例を示す図である。

【 図 4 】 一実施形態に係る電子機器の一例の概略的な外観斜視図である。

【 図 5 】 図 4 の電子機器を装着した状態を示す概略図である。

【 図 6 】 図 4 の電子機器の正面視における外装部及びセンサ部を示す概略図である。

【 図 7 】 正面視における被検者の手首とセンサ部の第 1 のアームとの位置関係を模式的に示す概略図である。

【 図 8 】 正面視における被検者の手首とセンサ部の第 1 のアームと測定部の外装部との位置関係を模式的に示す概略図である。

40

【 図 9 】 電子機器の機能ブロック図である。

【 図 1 0 】 電子機器における、脈波の変化に基づく推定方法の一例を説明する図である。

【 図 1 1 】 加速度脈波の一例を示す図である。

【 図 1 2 】 センサ部で取得された脈波の一例を示す図である。

【 図 1 3 】 電子機器における、脈波の変化に基づく推定方法の他の一例を説明する図である。

【 図 1 4 】 図 1 の電子機器が用いる推定式の作成フロー図である。

【 図 1 5 】 ニューラルネットワーク回帰分析の一例について説明する図である。

【 図 1 6 】 推定式を用いて被検者の食後の血糖値を推定するフロー図である。

【 図 1 7 】 複数の推定式を用いて被検者の食後の血糖値を推定するフロー図である。

50

【図 18】推定した食後の血糖値と、実測した食後の血糖値との比較を示す図である。

【図 19】推定した食後の血糖値と、実測した食後の血糖値との比較を示す図である。

【図 20】第 2 実施形態に係る電子機器が用いる推定式の作成フロー図である。

【図 21】図 20 のフローにより作成された推定式を用いて被検者の食後の脂質値を推定するフロー図である。

【図 22】一実施形態に係るシステムの概略構成を示す模式図である。

【図 23】脈波の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

10

【0017】

(第 1 実施形態)

図 1 は、一実施形態に係る電子機器の第 1 例の概略構成を示す模式図である。図 1 に示す第 1 例の電子機器 100 は、装着部 110 と、測定部 120 とを備える。図 1 は、被検部に接触する裏面 120 a から第 1 例の電子機器 100 を観察した図である。

【0018】

電子機器 100 は、被検者が電子機器 100 を装着した状態で、被検者の生体情報を測定する。電子機器 100 が測定する生体情報は、被検者の脈波を含む。一実施形態においては、第 1 例の電子機器 100 は、被検者の手首に装着された状態で、脈波を取得してもよい。

20

【0019】

一実施形態において、装着部 110 は直線状の細長い帯状のバンドである。脈波の測定は、例えば被検者が電子機器 100 の装着部 110 を手首に巻きつけた状態で行われる。具体的には、被検者は、測定部 120 の裏面 120 a が被検部位に接触するように装着部 110 を手首に巻きつけて、脈波の測定を行う。電子機器 100 は、被検者の尺骨動脈又は橈骨動脈を流れる血液の脈波を測定する。

【0020】

図 2 は、第 1 例の電子機器 100 の断面図である。図 2 は、測定部 120 と、測定部 120 の周辺の装着部 110 とを図示している。

【0021】

測定部 120 は、装着時に被検者の手首に接触する裏面 120 a と、裏面 120 a と反対側の表面 120 b とを有する。測定部 120 は、裏面 120 a 側に開口部 111 を有する。センサ部 130 は、第 1 例の電子機器 100 を装着時に被検者の手首に接触する第 1 端と、測定部 120 に接する第 2 端とを有する。センサ部 130 は、弾性体 140 が押圧されていない状態において、開口部 111 から裏面 120 a 側に第 1 端が突出している。センサ部 130 の第 1 端は、脈あて部 132 を有する。センサ部 130 の第 1 端は、裏面 120 a の平面とほぼ垂直な方向に変位可能である。センサ部 130 の第 2 端は、軸部 133 を介して測定部 120 に接している。

30

【0022】

センサ部 130 の第 1 端は、弾性体 140 を介して測定部 120 に接している。センサ部 130 の第 1 端は、測定部 120 に対して変位可能である。弾性体 140 は、例えば、ばねを含む。弾性体 140 は、ばねに限らず、他の任意の弾性体、例えば樹脂、スポンジ等であってもよい。また、弾性体 140 に代えて、若しくは弾性体 140 と共に、センサ部 130 の回転軸 133 に、ねじりコイルばね等の付勢機構を設けて、センサ部 130 の脈あて部 132 を被検者の血液の脈波の測定対象となる被検部位に接触させてもよい。

40

【0023】

なお、測定部 120 には制御部、記憶部、通信部、電源部、報知部、及びこれらを動作させる回路、接続するケーブル等が配置されていてもよい。

【0024】

センサ部 130 は、センサ部 130 の変位を検出する角速度センサ 131 を備える。角速

50

度センサ 131 はセンサ部 130 の角度変位を検出する。センサ部 130 が備えるセンサは、角速度センサ 131 に限らず、例えば加速度センサ、角度センサ、その他のモーションセンサであってもよいし、これらのセンサを複数備えていてもよい。

【0025】

第 1 例の電子機器 100 は、測定部 120 の表面 120 b 側に、入力部 141 を備える。入力部 141 は、被検者からの操作入力を受け付けるものであり、例えば、操作ボタン（操作キー）から構成される。入力部 141 は、例えばタッチスクリーンにより構成されていてもよい。

【0026】

図 3 は、被検者による第 1 例の電子機器 100 の使用状態の一例を示す図である。被検者は、第 1 例の電子機器 100 を手首に巻きつけて使用する。第 1 例の電子機器 100 は、測定部 120 の裏面 120 a が手首に接触した状態で装着される。測定部 120 は、第 1 例の電子機器 100 を手首に巻きつけられた状態で、尺骨動脈又は橈骨動脈が存在する位置に脈あて部 132 が接触するように、その位置を調整できる。

10

【0027】

図 3 では、第 1 例の電子機器 100 の装着状態において、センサ部 130 の第 1 端は、被検者の左手の親指側の動脈である橈骨動脈上の皮膚に接触している。測定部 120 とセンサ部 130 との間に配置される弾性体 140 の弾性力により、センサ部 130 の第 1 端は、被検者の橈骨動脈上の皮膚に接触している。センサ部 130 は、被検者の橈骨動脈の動き、すなわち脈動に応じて変位する。角速度センサ 131 は、センサ部 130 の変位を検出し、脈波を取得する。脈波とは、血液の流入によって生じる血管の容積時間変化を体表面から波形としてとらえたものである。

20

【0028】

再び図 2 を参照すると、センサ部 130 は、弾性体 140 が押圧されていない状態において、開口部 111 から第 1 端が突出している。被検者が第 1 例の電子機器 100 を装着した際、センサ部 130 の第 1 端は被検者の橈骨動脈上の皮膚に接触しており、脈動に応じて、弾性体 140 は伸縮し、センサ部 130 の第 1 端は変位する。弾性体 140 は、脈動を妨げず、かつ脈動に応じて伸縮するように、適度な弾性率を有するものが用いられる。開口部 111 の開口幅 W は、血管径、一実施形態では橈骨動脈径より大きい幅を有する。測定部 120 に開口部 111 を設けることにより、第 1 例の電子機器 100 の装着状態において、測定部 120 の裏面 120 a は橈骨動脈を圧迫しない。そのため、第 1 例の電子機器 100 はノイズの少ない脈波の取得が可能となり、測定の精度が向上する。

30

【0029】

図 3 では、第 1 例の電子機器 100 を手首に装着し、橈骨動脈における脈波を取得する例を示したが、第 1 例の電子機器 100 は、例えば、被検者の首において、頸動脈を流れる血液の脈波を取得してもよい。具体的には、被検者は、脈あて部 132 を頸動脈の位置に軽く押し当てて、脈波の測定を行ってもよい。また、被検者は、脈あて部 132 が頸動脈の位置にくるように、第 1 例の電子機器 100 を首に巻きつけて装着してもよい。

【0030】

図 4 は、一実施形態に係る電子機器の第 2 例の概略的な外観斜視図である。図 4 に示す第 2 例の電子機器 100 は、装着部 210 と、基部 211 と、基部 211 に取り付けられた固定部 212 及び測定部 220 と、を備える。

40

【0031】

本実施形態において、基部 211 は、略長方形の平板形状に構成されている。本明細書では、図 4 に示すように、平板形状の基部 211 の短辺方向を x 軸方向、平板形状の基部 211 の長辺方向を y 軸方向、平板形状の基部 211 の直交方向を z 軸方向として、以下説明する。また、第 2 例の電子機器 100 の一部は、本明細書で説明するように可動に構成されているが、本明細書において第 2 例の電子機器 100 に関する方向を説明する場合には、特に言及されない限り、図 4 に示す状態における x 、 y 及び z 軸方向を示すこととする。また、本明細書において、 z 軸正方向を上、 z 軸負方向を下といい、 x 軸正方向を、

50

第 2 例の電子機器 1 0 0 の正面という。

【 0 0 3 2 】

第 2 例の電子機器 1 0 0 は、被検者が装着部 2 1 0 を用いて第 2 例の電子機器 1 0 0 を装着した状態で、被検者の生体情報を測定する。第 2 例の電子機器 1 0 0 が測定する生体情報は、測定部 2 2 0 で測定可能な被検者の脈波である。第 2 例の電子機器 1 0 0 は、一例として、被検者の手首に装着して、脈波を取得するとして、以下説明を行う。

【 0 0 3 3 】

図 5 は、図 4 の第 2 例の電子機器 1 0 0 を被検者が装着した状態を示す概略図である。被検者は、装着部 2 1 0 と、基部 2 1 1 と、測定部 2 2 0 とによって形成される空間に手首を通し、手首を装着部 2 1 0 で固定することにより、図 5 に示すように電子機器 1 0 0 を装着できる。図 4 及び図 5 に示す例では、被検者は、x 軸方向に沿って、x 軸正方向に向かって、装着部 2 1 0 と、基部 2 1 1 と、測定部 2 2 0 とによって形成される空間に手首を通して第 2 例の電子機器 1 0 0 を装着する。被検者は、例えば、後述する測定部 2 2 0 の脈あて部 1 3 2 が、尺骨動脈又は橈骨動脈が存在する位置に接触するように、第 2 例の電子機器 1 0 0 を装着する。第 2 例の電子機器 1 0 0 は、被検者の手首において、尺骨動脈又は橈骨動脈を流れる血液の脈波を測定する。

10

【 0 0 3 4 】

測定部 2 2 0 は、本体部 2 2 1 と、外装部 2 2 2 と、センサ部 1 3 0 とを備える。センサ部 1 3 0 は、本体部 2 2 1 に取り付けられている。測定部 2 2 0 は、結合部 2 2 3 を介して、基部 2 1 1 に取り付けられている。

20

【 0 0 3 5 】

結合部 2 2 3 は、基部 2 1 1 に対して、基部 2 1 1 の表面に沿って回転可能な態様で、基部 2 1 1 に取り付けられていてよい。すなわち、図 4 に示す例では、結合部 2 2 3 は、矢印 A で示すように、基部 2 1 1 に対して x y 平面上で回転可能な態様で、基部 2 1 1 に取り付けられていてよい。この場合、結合部 2 2 3 を介して基部 2 1 1 に取り付けられている測定部 2 2 0 の全体が、基部 2 1 1 に対して x y 平面上で回転可能となる。

【 0 0 3 6 】

外装部 2 2 2 は、結合部 2 2 3 を通る軸 S 1 上において、結合部 2 2 3 と連結されている。軸 S 1 は、x 軸方向に延びる軸である。このようにして外装部 2 2 2 が結合部 2 2 3 に連結されることにより、外装部 2 2 2 は、結合部 2 2 3 に対し、基部 2 1 1 が延在する x y 平面に交差する平面に沿って変位可能である。すなわち、外装部 2 2 2 は、基部 2 1 1 が延在する x y 平面に、軸 S 1 を中心として所定の角度傾斜することができる。例えば、外装部 2 2 2 は、y z 平面など x y 平面に対して所定の傾きを持った面上に乗った状態で変位することができる。本実施形態では、外装部 2 2 2 は、図 4 の矢印 B で示すように、軸 S 1 を中心に、x y 平面に直交する y z 平面上で回転可能な態様で、結合部 2 2 3 に連結されることができる。

30

【 0 0 3 7 】

外装部 2 2 2 は、第 2 例の電子機器 1 0 0 の装着状態において被検者の手首に接触する接触面 2 2 2 a を有する。外装部 2 2 2 は、接触面 2 2 2 a 側に、開口部 2 2 5 を有していてよい。外装部 2 2 2 は、本体部 2 2 1 を覆うように構成されていてよい。

40

【 0 0 3 8 】

外装部 2 2 2 は、内側の空間内に、z 軸方向に延びる軸部 2 2 4 を備えてよい。本体部 2 2 1 は、軸部 2 2 4 を通すための穴を有し、当該穴に軸部 2 2 4 が通された状態で、本体部 2 2 1 が外装部 2 2 2 の内側の空間に取り付けられている。すなわち、本体部 2 2 1 は、図 4 の矢印 C で示すように、外装部 2 2 2 に対して、軸部 2 2 4 を中心に x y 平面上で回転可能な態様で、外装部 2 2 2 に取り付けられている。つまり、本体部 2 2 1 は、外装部 2 2 2 に対して、基部 2 1 1 の表面である x y 平面に沿って回転可能な態様で、外装部 2 2 2 に取り付けられている。また、本体部 2 2 1 は、図 4 の矢印 D で示すように、軸部 2 2 4 に沿って、すなわち z 軸方向に沿って、外装部 2 2 2 に対して、上下方向に変位可能な態様で、外装部 2 2 2 に取り付けられている。

50

【 0 0 3 9 】

センサ部 1 3 0 は、本体部 2 2 1 に取り付けられている。ここで、図 6 を参照して、センサ部 1 3 0 の詳細について説明する。センサ部 1 3 0 は、第 2 例の電子機器 1 0 0 の正面視における外装部 2 2 2 及びセンサ部 1 3 0 を示す概略図である。図 6 において、センサ部 1 3 0 のうち、正面視で外装部 2 2 2 と重なる部分については、破線で表現されている。

【 0 0 4 0 】

センサ部 1 3 0 は、第 1 のアーム 1 3 4 と、第 2 のアーム 1 3 5 とを備える。第 2 のアーム 1 3 5 は、本体部 2 2 1 に固定される。第 2 のアーム 1 3 5 の下側の一端 1 3 5 a は、第 1 のアーム 1 3 4 の一端 1 3 4 a と接続されている。第 1 のアーム 1 3 4 は、図 6 の矢印 E で示すように、一端 1 3 4 a を軸として、他端 1 3 4 b 側が y z 平面上で回転可能な態様で、第 2 のアーム 1 3 5 と接続されている。

10

【 0 0 4 1 】

第 1 のアーム 1 3 4 の他端 1 3 4 b 側は、弾性体 1 4 0 を介して第 2 のアーム 1 3 5 の上側の他端 1 3 5 b 側に接続されている。第 1 のアーム 1 3 4 は、弾性体 1 4 0 が押圧されていない状態において、センサ部 1 3 0 の他端 1 3 4 b が外装部 2 2 2 の開口部 2 2 5 から接触面 2 2 2 a 側に突出した状態で、第 2 のアーム 1 3 5 に支持される。弾性体 1 4 0 は、例えばばねである。但し、弾性体 1 4 0 は、ばねに限られず、他の任意の弾性体、例えば樹脂又はスポンジ等とすることができる。また、弾性体 1 4 0 に代えて、若しくは弾性体 1 4 0 と共に、第 1 のアーム 1 3 4 の回転軸 S 2 に、ねじりコイルばね等の付勢機構を設けて、第 1 のアーム 1 3 4 の脈あて部 1 3 2 を被検者の血液の脈波の測定対象となる被検部位に接触させてもよい。

20

【 0 0 4 2 】

第 1 のアーム 1 3 4 の他端 1 3 4 b には、脈あて部 1 3 2 が結合されている。脈あて部 1 3 2 は、第 2 例の電子機器 1 0 0 の装着状態において、被検者の血液の脈波の測定対象となる被検部位に接触させる部分である。本実施形態では、脈あて部 1 3 2 は、例えば尺骨動脈又は橈骨動脈が存在する位置に接触に接触する。脈あて部 1 3 2 は、被検者の脈拍による体表面の変化を吸収しにくい素材により構成されてよい。脈あて部 1 3 2 は、被検者が接触状態において痛みを感じにくい素材により構成されてよい。例えば、脈あて部 1 3 2 は、内部にビーズを詰めた布製の袋等により構成されてよい。脈あて部 1 3 2 は、例えば第 1 のアーム 1 3 4 に着脱可能に構成されてよい。例えば、被検者は、複数の大きさ及び / 又は形状の脈あて部 1 3 2 のうち、自身の手首の大きさ及び / 又は形状に合わせて、1 つの脈あて部 1 3 2 を第 1 のアーム 1 3 4 に装着してもよい。これにより、被検者は、自身の手首の大きさ及び / 又は形状に合わせて脈あて部 1 3 2 を使用できる。

30

【 0 0 4 3 】

センサ部 1 3 0 は、第 1 のアーム 1 3 4 の変位を検出する角速度センサ 1 3 1 を備える。角速度センサ 1 3 1 は第 1 のアーム 1 3 4 の角度変位を検出できればよい。センサ部 1 3 0 が備えるセンサは、角速度センサ 1 3 1 に限らず、例えば加速度センサ、角度センサ、その他のモーションセンサとしてもよいし、これら複数のセンサを備えていてもよい。

【 0 0 4 4 】

図 5 に示すように、本実施形態では、第 2 例の電子機器 1 0 0 の装着状態において、脈あて部 1 3 2 は、被検者の右手の親指側の動脈である橈骨動脈上の皮膚に接触している。第 2 のアーム 1 3 5 と第 1 のアーム 1 3 4 との間に配置される弾性体 1 4 0 の弾性力により、第 1 のアーム 1 3 4 の他端 1 3 4 b 側に配置された脈あて部 1 3 2 は、被検者の橈骨動脈上の皮膚に接触している。第 1 のアーム 1 3 4 は、被検者の橈骨動脈の動き、すなわち脈動に応じて変位する。角速度センサ 1 3 1 は、第 1 のアーム 1 3 4 の変位を検出することにより、脈波を取得する。脈波とは、血液の流入によって生じる血管の容積時間変化を体表面から波形としてとらえたものである。

40

【 0 0 4 5 】

図 6 に示すように、第 1 のアーム 1 3 4 は、弾性体 1 4 0 が押圧されていない状態におい

50

て、開口部 2 2 5 から他端 1 3 4 b が突出した状態である。被検者に電子機器 1 0 0 を装着した際、第 1 のアーム 1 3 4 に結合された脈あて部 1 3 2 は、被検者の橈骨動脈上の皮膚に接触する。脈動に応じて弾性体 1 4 0 が伸縮し、脈あて部 1 3 2 が変位する。弾性体 1 4 0 は、脈動を妨げず、かつ脈動に応じて伸縮するように、適度な弾性率を有するものが用いられる。開口部 2 2 5 の開口幅 W は、血管径、つまり本実施形態では橈骨動脈径より十分大きい幅を有する。外装部 2 2 2 に開口部 2 2 5 を設けることにより、第 2 例の電子機器 1 0 0 の装着状態において、外装部 2 2 2 の接触面 2 2 2 a は橈骨動脈を圧迫しない。そのため、第 2 例の電子機器 1 0 0 はノイズの少ない脈波の取得が可能となり、測定の精度が向上する。

【 0 0 4 6 】

固定部 2 1 2 は、基部 2 1 1 に固定されている。固定部 2 1 2 は、装着部 2 1 0 を固定するための固定機構を備えていてよい。装着部 2 1 0 は、第 2 例の電子機器 1 0 0 が脈波の測定を行うために用いられる各種機能部を内部に備えていてよい。例えば、固定部 2 1 2 は、後述する入力部、制御部、電源部、記憶部、通信部、報知部、及びこれらを動作させる回路、接続するケーブル等を備えていてよい。

【 0 0 4 7 】

装着部 2 1 0 は、被検者が手首を第 2 例の電子機器 1 0 0 に固定するために用いられる機構である。図 4 に示す例では、装着部 2 1 0 は、細長い帯状のバンドである。図 4 に示す例では、装着部 2 1 0 は、一端 2 1 0 a が測定部 2 2 0 の上端に結合され、基部 2 1 1 の内部を通して、他端 2 1 0 b が y 軸正方向側に位置するように、配置されている。被検者は、例えば、右手首を、装着部 2 1 0 と、基部 2 1 1 と、測定部 2 2 0 とによって形成される空間に通し、脈あて部 1 3 2 が右手首の橈骨動脈上の皮膚に接触するように調整しながら、左手で装着部 2 1 0 の他端 2 1 0 b を y 軸正方向に引く。被検者は、右手首が第 2 例の電子機器 1 0 0 に固定される程度に他端 2 1 0 b を引き、その状態で装着部 2 1 0 を固定部 2 1 2 の固定機構により固定する。このようにして、被検者は、片手（本実施形態では左手）で第 2 例の電子機器 1 0 0 を装着できる。また、装着部 2 1 0 を用いて手首を第 2 例の電子機器 1 0 0 に固定することにより、第 2 例の電子機器 1 0 0 の装着状態を安定させることができる。これにより、測定中に手首と第 2 例の電子機器 1 0 0 との位置関係が変化しにくくなるため、安定して脈波を測定することが可能となり、測定の精度が向上する。

【 0 0 4 8 】

次に、第 2 例の電子機器 1 0 0 の装着時における、第 2 例の電子機器 1 0 0 の可動部の動きについて説明する。

【 0 0 4 9 】

被検者は、第 2 例の電子機器 1 0 0 を装着するとき、上述のように、x 軸方向に沿って、装着部 2 1 0 と、基部 2 1 1 と、測定部 2 2 0 とによって形成される空間に手首を通す。このとき、測定部 2 2 0 は、基部 2 1 1 に対して、図 4 の矢印 A の方向に回転可能に構成されていることから、被検者は、測定部 2 2 0 を、図 4 の矢印 A で示す方向に回転させて手首を通すことができる。このように測定部 2 2 0 が回転可能に構成されていることにより、被検者は、自身と第 2 例の電子機器 1 0 0 との位置関係に応じて、測定部 2 2 0 の方向を適宜変えながら、手首を通すことができる。このようにして、第 2 例の電子機器 1 0 0 によれば、被検者が第 2 例の電子機器 1 0 0 を装着しやすくなる。

【 0 0 5 0 】

被検者は、装着部 2 1 0 と、基部 2 1 1 と、測定部 2 2 0 とによって形成される空間に手首を通したあと、脈あて部 1 3 2 を手首の橈骨動脈上の皮膚に接触させる。ここで、本体部 2 2 1 が、図 4 の矢印 D の方向に変位可能に構成されていることから、本体部 2 2 1 に結合されたセンサ部 1 3 0 の第 1 のアーム 1 3 4 も、図 7 に示すように、z 軸方向である矢印 D の方向に変位可能である。そのため、被検者は、脈あて部 1 3 2 が橈骨動脈上の皮膚に接触するように、自身の手首の大きさ及び太さ等に合わせて、第 1 のアーム 1 3 4 を矢印 D の方向に変位させることができる。被検者は、変位させた位置で、本体部 2 2 1 を

10

20

30

40

50

固定することができる。このようにして、第2例の電子機器100によれば、センサ部130の位置を、測定に適した位置に調整しやすくなる。そのため、第2例の電子機器100によれば、測定の精度が向上する。なお、図4に示す例では、本体部221がz軸方向に沿って変位可能であると説明したが、本体部221は、必ずしもz軸方向に沿って変位可能に構成されていなくてもよい。本体部221は、例えば手首の大きさ及び太さ等に合わせて位置を調整可能に構成されていればよい。例えば、本体部221は、基部211の表面であるxy平面に交差する方向に沿って変位可能に構成されていてよい。

【0051】

ここで、脈あて部132は、橈骨動脈上の皮膚において、皮膚表面に対して直交する方向に接触していると、第1のアーム134に対して伝達される脈動が大きくなる。すなわち、脈あて部132の変位方向(図3の矢印Eで示す方向)が、皮膚表面に対して直交する方向である場合、第1のアーム134に対して伝達される脈動が大きくなり、脈動の取得精度が向上し得る。第2例の電子機器100において、本体部221及び本体部221に結合されたセンサ部130は、図4の矢印Cで示すように、外装部222に対して、軸部224を中心に回転可能に構成されている。これにより、被検者は、脈あて部132の変位方向が皮膚表面に対して直交する方向となるように、センサ部130の方向を調整することができる。すなわち、第2例の電子機器100は、センサ部130の方向を、脈あて部132の変位方向が皮膚表面に対して直交する方向となるように調整可能である。このようにして、第2例の電子機器100によれば、被検者の手首の形状に応じて、センサ部130の方向を調整することができる。これにより、第1のアーム134に対して、被検者の脈動の変化がより伝達されやすくなる。そのため、第2例の電子機器100によれば測定の精度が向上する。

【0052】

被検者は、図8(A)に示すように脈あて部132を手首の橈骨動脈上の皮膚に接触させたあと、手首を第2例の電子機器100に固定するために、装着部210の他端210bを引く。ここで、外装部222が図4の矢印Bの方向に回転可能に構成されていることから、被検者が装着部210を引くと、外装部222は、軸S1を中心として回転し、上端側がy軸負方向に変位する。すなわち、外装部222は、図8(B)に示すように、上端側がy軸負方向に変位する。第1のアーム134は、弾性体140を介して第2のアーム135に接続されているため、外装部222の上端側がy軸負方向に変位することにより、弾性体140の弾性力により、脈あて部132が橈骨動脈側に付勢される。これにより、脈あて部132は、より確実に脈動の変化をとらえやすくなる。そのため、第2例の電子機器100によれば測定の精度が向上する。

【0053】

外装部222の回転方向(矢印Bで示す方向)と、第1のアーム134の回転方向(矢印Eで示す方向)とは、略平行であってよい。外装部222の回転方向と第1のアーム134の回転方向とが平行に近いほど、外装部222の上端側をy軸負方向に変位させたときに、弾性体140の弾性力が効率的に第1のアーム134にかかる。なお、外装部222の回転方向と第1のアーム134の回転方向が略平行な範囲は、外装部222の上端側がy軸負方向に変位したときに、弾性体140の弾性力が第1のアーム134にかけられる範囲を含む。

【0054】

ここで、図8に示す外装部222の正面側の面222bは、上下方向に長い略長形状である。面222bは、y軸負方向側の辺の上端側に、切り欠き222cを有する。切り欠き222cにより、図8(B)に示すように外装部222の上端側がy軸負方向に変位しても、面222bは橈骨動脈上の皮膚に接触しにくい。そのため、橈骨動脈の脈動が、面222bに接触して妨げられることを防止しやすくなる。

【0055】

さらに、図8(B)に示すように外装部222の上端側がy軸負方向に変位したとき、切り欠き222cにおける下方側の端部222dが、手首の橈骨動脈とは異なる位置で接触

10

20

30

40

50

する。端部 2 2 2 d が手首に接触することにより、外装部 2 2 2 は当該接触位置以上に y 軸負方向に変位しなくなる。そのため、端部 2 2 2 d により、外装部 2 2 2 が所定位置以上に変位することを防止することができる。仮に、外装部 2 2 2 が所定位置以上に y 軸負方向に変位すると、弾性体 1 4 0 の弾性力により、第 1 のアーム 1 3 4 が橈骨動脈側に強く付勢される。これにより、橈骨動脈の脈動が妨げられやすくなる。第 2 例の電子機器 1 0 0 では、外装部 2 2 2 が端部 2 2 2 d を有することにより、第 1 のアーム 1 3 4 から橈骨動脈に過度な圧力がかかることを防止でき、その結果、橈骨動脈の脈動が妨げられにくくなる。このように、端部 2 2 2 d は、外装部 2 2 2 の変位可能な範囲を制限するストッパとして機能する。

【 0 0 5 6 】

本実施形態において、第 1 のアーム 1 3 4 の回転軸 S 2 は、図 8 に示すように面 2 2 2 b の y 軸負方向側の辺から離間した位置に配置されていてよい。回転軸 S 2 が面 2 2 2 b の y 軸負方向側の辺の近辺に配置されている場合、第 1 のアーム 1 3 4 が被検者の手首に接触することにより、橈骨動脈の脈動による変化を正確にとらえられなくなる場合がある。回転軸 S 2 が面 2 2 2 b の y 軸負方向側の辺から離間した位置に配置されることにより、手首に第 1 のアーム 1 3 4 が接触する可能性を低減することができ、これにより、第 1 のアーム 1 3 4 は、より正確に脈動の変化をとらえやすくなる。

【 0 0 5 7 】

被検者は、装着部 2 1 0 の他端 2 1 0 b を引き、その状態で装着部 2 1 0 を固定部 2 1 2 の固定機構により固定することにより、手首に第 2 例の電子機器 1 0 0 を装着する。このように手首に装着された状態で、第 2 例の電子機器 1 0 0 は、第 1 のアーム 1 3 4 が脈動の変化に合わせて矢印 E で示す方向に変化することにより、被検者の脈波を測定する。

【 0 0 5 8 】

上述した電子機器 1 0 0 の第 1 例及び第 2 例は、電子機器 1 0 0 の構成の一例を示すものにすぎない。従って、電子機器 1 0 0 の形態は、第 1 例及び第 2 例で示すものに限られない。電子機器 1 0 0 は、被検者の脈波を測定可能な構成を有していればよい。

【 0 0 5 9 】

図 9 は、第 1 例又は第 2 例の電子機器 1 0 0 の機能ブロック図である。電子機器 1 0 0 は、センサ部 1 3 0 と、入力部 1 4 1 と、制御部 1 4 3 と、電源部 1 4 4 と、記憶部 1 4 5 と、通信部 1 4 6 と、報知部 1 4 7 とを含む。第 1 例の電子機器 1 0 0 において、制御部 1 4 3、電源部 1 4 4、記憶部 1 4 5、通信部 1 4 6 及び報知部 1 4 7 は、測定部 1 2 0 又は装着部 1 1 0 の内部に含まれていてもよい。第 2 例の電子機器 1 0 0 において、制御部 1 4 3、電源部 1 4 4、記憶部 1 4 5、通信部 1 4 6 及び報知部 1 4 7 は、固定部 2 1 2 の内部に含まれていてもよい。

【 0 0 6 0 】

センサ部 1 3 0 は、角速度センサ 1 3 1 を含み、被検部位から脈動を検出して脈波を取得する。

【 0 0 6 1 】

制御部 1 4 3 は、電子機器 1 0 0 の各機能ブロックをはじめとして、電子機器 1 0 0 の全体を制御及び管理するプロセッサである。また、制御部 1 4 3 は、取得された脈波から、被検者の血糖値を推定するプロセッサである。制御部 1 4 3 は、制御手順を規定したプログラム及び被検者の血糖値を推定するプログラムを実行する CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサで構成される。これらのプログラムは、例えば記憶部 1 4 5 等の記憶媒体に格納される。また、制御部 1 4 3 は、脈波から算出した指標に基づいて、被検者の糖代謝又は脂質代謝等に関する状態を推定する。制御部 1 4 3 は、報知部 1 4 7 へのデータの報知を行ってもよい。

【 0 0 6 2 】

電源部 1 4 4 は、例えばリチウムイオン電池並びにその充電及び放電のための制御回路等を備え、電子機器 1 0 0 全体に電力を供給する。電源部 1 4 4 は、リチウムイオン電池等の二次電池に限らず、例えばボタン電池等の一次電池であってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

記憶部 1 4 5 は、プログラム及びデータを記憶する。記憶部 1 4 5 は、半導体記憶媒体、及び磁気記憶媒体等の非一過的 (non-transitory) な記憶媒体を含んでよい。記憶部 1 4 5 は、複数の種類の記憶媒体を含んでよい。記憶部 1 4 5 は、メモリカード、光ディスク、又は光磁気ディスク等の可搬の記憶媒体と、記憶媒体の読み取り装置との組み合わせを含んでよい。記憶部 1 4 5 は、R A M (Random Access Memory) 等の一時的な記憶領域として利用される記憶デバイスを含んでよい。記憶部 1 4 5 は、各種情報や電子機器 1 0 0 を動作させるためのプログラム等を記憶するとともに、ワークメモリとしても機能する。記憶部 1 4 5 は、例えばセンサ部 1 3 0 により取得された脈波の測定結果を記憶してもよい。

10

【 0 0 6 4 】

通信部 1 4 6 は、外部装置と有線通信又は無線通信を行うことにより、各種データの送受信を行う。通信部 1 4 6 は、例えば、健康状態を管理するために被検者の生体情報を記憶する外部装置と通信を行う。通信部 1 4 6 は、電子機器 1 0 0 が測定した脈波の測定結果や、電子機器 1 0 0 が推定した健康状態を、当該外部装置に送信する。

【 0 0 6 5 】

報知部 1 4 7 は、音、振動、及び画像等で情報を報知する。報知部 1 4 7 は、スピーカ、振動子、及び表示デバイスを備えていてもよい。表示デバイスは、例えば液晶ディスプレイ (L C D : Liquid Crystal Display) 、有機 E L ディスプレイ (O E L D : Organic Electro-Luminescence Display) 、又は無機 E L ディスプレイ (I E L D : Inorganic Electro-Luminescence Display) 等とすることができる。一実施形態において、報知部 1 4 7 は、例えば、被検者の糖代謝又は脂質代謝の状態を報知する。

20

【 0 0 6 6 】

一実施形態に係る電子機器 1 0 0 は、糖代謝の状態を推定する。一実施形態では、電子機器 1 0 0 が、糖代謝の状態として、血糖値を推定する。

【 0 0 6 7 】

電子機器 1 0 0 は、例えば回帰分析により作成した推定式に基づいて、被検者の血糖値を推定する。電子機器 1 0 0 は、脈波に基づいて血糖値を推定するための推定式を、例えばあらかじめ記憶部 1 4 5 に記憶している。電子機器 1 0 0 は、これらの推定式を用いて、血糖値を推定する。

30

【 0 0 6 8 】

ここで、脈波に基づく血糖値の推定に関する推定理論について説明する。食後、血中の血糖値が上昇することにより、血液の流動性の低下 (粘性の増加) 、血管の拡張及び循環血液量の増加が発生し、これらの状態が平衡するように血管動態及び血液動態が定まる。血液の流動性の低下は、例えば血漿の粘度が増加したり、赤血球の変形能が低下したりすることにより生じる。また、血管の拡張は、インスリンの分泌、消化ホルモンの分泌、及び体温の上昇等により生じる。血管が拡張すると、血圧低下を抑制するため、脈拍数が増加する。また、循環血液量の増加は、消化及び吸収のための血液消費を補うものである。これらの要因による、食前と食後との血管動態及び血液動態の変化は、脈波にも反映される。そのため、電子機器 1 0 0 は、脈波に基づいて、血糖値を推定することができる。

40

【 0 0 6 9 】

上記推定理論に基づき、血糖値を推定するための推定式は、複数の被験者から得た、食前の脈波及び食後の血糖値のサンプルデータに基づいて、回帰分析を行うことで作成することができる。推定時には、被検者の脈波に基づく指標に、作成された推定式を適用することにより、被検者の血糖値を推定できる。推定式の作成において、特に、血糖値のばらつきが正規分布に近いサンプルデータを用いて回帰分析を行って推定式を作成することにより、検査対象となる被検者の血糖値を推定することができる。推定式は、例えば、P L S (Partial Least Squares : 部分的最小二乗) 回帰分析により作成されてよい。P L S 回帰分析では、目的変数 (推定対象の特徴量) と説明変数 (推定のために使用する特徴量) との共分散を利用し、両者の相関の高い成分から順に変数に追加して重回帰分析を行なう

50

ことにより、回帰係数行列が算出される。

【 0 0 7 0 】

ここで、本明細書において、食前は、食事を行う前であり、例えば空腹時である。本明細書において、食後は、食事を行った後であり、例えば食事を行ってから所定時間後の、食事の影響が血液に反映される時間をいう。本実施形態で説明するように、電子機器 1 0 0 が血糖値を推定する場合には、食後は血糖値が上昇する時間（例えば食事を開始してから 1 時間程度）であってよい。

【 0 0 7 1 】

図 1 0 は、脈波の変化に基づく推定方法の一例を説明する図であり、脈波の一例を示す。血糖値を推定するための推定式は、例えば、年齢、脈波の立ち上がりを示す指標（立上り指標） $S 1$ と、 $A I$ （Augmentation Index）と、脈拍数 $P R$ とに関する回帰分析により作成される。

10

【 0 0 7 2 】

立上り指標 $S 1$ は、図 1 0 の領域 $D 1$ で示す波形に基づいて導出される。具体的には、立上り指標 $S 1$ は、脈波を 2 回微分して導出される加速度脈波における、最初の極大値に対する最初の極小値の比である。立上り指標 $S 1$ は、例えば図 1 1 に一例として示す加速度脈波では、 $-b/a$ により表される。立上り指標 $S 1$ は、食後における血液の流動性の低下、インスリンの分泌及び体温の上昇による血管の拡張（弛緩）等により、小さくなる。

【 0 0 7 3 】

$A I$ は、脈波の前進波と反射波との大きさの比で表される指標である。 $A I$ の導出方法について、図 1 2 を参照しながら説明する。図 1 2 は、電子機器 1 0 0 を用いて手首で取得された脈波の一例を示す図である。図 1 2 は、角速度センサ 1 3 1 を脈動の検知手段として用いた場合のものである。図 1 2 は、角速度センサ 1 3 1 で取得された角速度を時間積分したものであり、横軸は時間、縦軸は角度を表す。取得された脈波は、例えば被検者の体動が原因のノイズを含む場合があるので、 $D C$ （Direct Current）成分を除去するフィルタによる補正を行い、脈動成分のみを抽出してもよい。

20

【 0 0 7 4 】

脈波の伝播は、心臓から押し出された血液による拍動が、動脈の壁や血液を伝わる現象である。心臓から押し出された血液による拍動は、前進波として手足の末梢まで届き、その一部は血管の分岐部、血管径の変化部等で反射され反射波として戻ってくる。 $A I$ は、この反射波の大きさを前進波の大きさで除したものであり、 $A I_n = (P R_n - P S_n) / (P F_n - P S_n)$ で表される。ここで、 $A I_n$ は脈拍毎の $A I$ である。 $A I$ は、例えば、脈波の測定を数秒間行い、脈拍毎の $A I_n$ ($n = 1 \sim n$ の整数) の平均値 $A I_{ave}$ を算出したものであってもよい。 $A I$ は、図 1 0 の領域 $D 2$ で示す波形に基づいて導出される。 $A I$ は、食後における血液の流動性の低下及び体温上昇による血管の拡張等により、低くなる。

30

【 0 0 7 5 】

脈拍数 $P R$ は、図 1 0 に示す脈波の周期 T_{PR} に基づいて導出される。脈拍数 $P R$ は、食後において上昇する。

【 0 0 7 6 】

電子機器 1 0 0 は、年齢、立上り指標 $S 1$ 、 $A I$ 及び脈拍数 $P R$ に基づいて作成した推定式により、血糖値が推定可能である。

40

【 0 0 7 7 】

図 1 3 は、脈波の変化に基づく推定方法の他の一例を説明する図である。図 1 3 (A) は脈波を示し、図 1 3 (B) は図 1 3 (A) の脈波を $F F T$ （高速フーリエ変換：Fast Fourier Transform）した結果を示す。血糖値を推定するための推定式は、例えば $F F T$ により導出される基本波及び高調波成分（フーリエ係数）に関する回帰分析により作成される。図 1 3 (B) に示す $F F T$ の結果におけるピーク値は、脈波の波形の変化に基づいて変化する。そのため、フーリエ係数に基づいて作成した推定式により、血糖値が推定可能である。

【 0 0 7 8 】

50

電子機器 100 は、上述した立上り指標 S1、AI 及び脈拍数 PR、並びにフーリエ係数等に基づいて、推定式を使用して、被検者の血糖値を推定する。

【0079】

ここで、電子機器 100 が、被検者の血糖値を推定する場合に用いる推定式の作成方法について説明する。推定式の作成は、電子機器 100 で実行される必要はなく、事前に別のコンピュータ等を用いて作成されてもよい。本明細書では、推定式を作成する機器を、推定式作成装置と称して説明する。作成された推定式は、被検者が電子機器 100 により血糖値の推定を行う前に、例えばあらかじめ記憶部 145 に記憶される。

【0080】

図 14 は、電子機器 100 が用いる推定式の作成フロー図である。推定式は、被験者の食前の脈波を脈波計を用いて測定するとともに、被験者の食後の血糖値を血糖計を用いて測定し、測定により取得したサンプルデータに基づいて、回帰分析を行うことにより作成される。取得するサンプルデータは、食後に限られず、血糖値の変動が大きい時間帯のデータであればよい。

10

【0081】

推定式の作成において、まず、脈波計により測定された、食前の被験者の脈波に関する情報が推定式作成装置に入力される（ステップ S101）。

【0082】

また、血糖計により測定された、食後の被験者の血糖値に関する情報が推定式作成装置に入力される（ステップ S102）。ステップ S102 において入力される血糖値は、例えば採血を行うことにより、血糖計によって測定される。また、ステップ S101 又はステップ S102 において、各サンプルデータの被験者の年齢も入力されてよい。

20

【0083】

推定式作成装置は、ステップ S101 及びステップ S102 において入力されたサンプルデータのサンプル数が、回帰分析を行うために十分な N 以上となったか否かを判断する（ステップ S103）。サンプル数 N は適宜決定することができ、例えば 100 とすることができる。推定式作成装置は、サンプル数が N 未満であると判断した場合（No の場合）、サンプル数が N 以上となるまで、ステップ S101 及びステップ S102 を繰り返す。一方、推定式作成装置は、サンプル数が N 以上となったと判断した場合（Yes の場合）、ステップ S104 に移行して、推定式の算出を実行する。

30

【0084】

推定式の算出において、推定式作成装置は、入力された食前の脈波を解析する（ステップ S104）。本実施の形態では、推定式作成装置は、食前の脈波の立上り指標 S1、AI 及び脈拍数 PR について解析を行う。なお、推定式作成装置は、脈波の解析として、FFT 解析を行ってもよい。

【0085】

そして、推定式作成装置は、回帰分析を実行する（ステップ S105）。回帰分析における目的変数は、食後の血糖値である。また、回帰分析における説明変数は、ステップ S101 又はステップ S102 で入力された年齢と、ステップ S104 で解析された食前の脈波の立上り指標 S1、AI 及び脈拍数 PR とである。なお、推定式作成装置がステップ S104 で FFT 解析を行う場合、説明変数は、例えば FFT 解析の結果として算出されるフーリエ係数であってもよい。

40

【0086】

推定式作成装置は、回帰分析の結果に基づいて、食後の血糖値を推定するための推定式を作成する（ステップ S106）。

【0087】

なお、推定式は、必ずしも PLS 回帰分析により作成されなくてもよい。推定式は、他の手法を用いて作成されてもよい。例えば、推定式は、ニューラルネットワーク回帰分析により作成されてもよい。

【0088】

50

図 15 は、ニューラルネットワーク回帰分析の一例について説明する図である。図 15 は、入力層が 4 ニューロン、出力層が 1 ニューロンのニューラルネットワークを模式的に示す。入力層の 4 ニューロンは、年齢、立上り指標 S1、AI 及び脈拍数 PR である。出力層の 1 ニューロンは、血糖値である。図 15 に示すニューラルネットワークは、入力層から出力層までの間に、中間層 1、中間層 2、中間層 3 及び中間層 4 という 4 つの中間層を有する。中間層 1、中間層 2、中間層 3 及び中間層 4 は、それぞれノード数が 4、3、2 及び 1 である。中間層の各ノードには、1 層前の層から出力されたデータの各成分に対して重みづけが行われ、和を取ったものが入力される。中間層の各ノードでは、入力されたデータに対して所定の演算（バイアス）を行った値が出力される。ニューラルネットワーク回帰分析では、誤差逆伝播法により、出力の推定値を出力の正解値と比較し、これらの差が最小になるように、ネットワークにおける重み及びバイアスが調整される。このようにして、推定式は、ニューラルネットワーク回帰分析によって作成することもできる。

10

【0089】

次に、推定式を用いた被検者の血糖値の推定のフローの一例について説明する。図 16 は、作成された推定式を用いて被検者の食後の血糖値を推定するフロー図である。

【0090】

まず、電子機器 100 は、被検者による入力部 141 の操作に基づいて、被検者の年齢を入力する（ステップ S201）。

【0091】

電子機器 100 は、被検者による操作に基づいて、被検者の食前の脈波を測定する（ステップ S202）。

20

【0092】

電子機器 100 は、測定した脈波を解析する（ステップ S203）。具体的には、電子機器 100 は、例えば測定した脈波に関する立上り指標 S1、AI 及び脈拍数 PR について解析を行う。

【0093】

電子機器 100 は、ステップ S201 で入力を受け付けた被検者の年齢と、ステップ S203 で解析した立上り指標 S1、AI 及び脈拍数 PR とを、推定式に適用して、被検者の食後の血糖値を推定する（ステップ S204）。推定された食後の血糖値は、例えば電子機器 100 の報知部 147 から被検者に報知される。

30

【0094】

このように、本実施形態に係る電子機器 100 によれば、食前の脈波及び食後の血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、測定した被検者の食前の脈波に基づいて、被検者の食後の血糖値を推定する。そのため、電子機器 100 によれば、非侵襲かつ短時間で食後の血糖値を推定できる。このように、電子機器 100 によれば、簡便に被検者の健康状態を推定することができる。

【0095】

また、電子機器 100 は、被検者の食前の脈波に基づいて、食後の血糖値を推定できるため、被検者が食事を行う前に、食後の血糖値の推定結果を知ることができる。そのため、推定される食後の血糖値に応じて、食事のメニューを変更したり食事の量を調整したりする等、事前に食事の内容を変更することができる。また、例えば被検者がインスリン治療を行っている場合等、血糖値の変化に作用する薬等を被検者に投与する場合、推定される食後の血糖値に基づいて、より適切な種類の薬を、より適切な量、投与し得る。例えば血糖値の上昇を抑える薬の投与量が適切な量よりも多い場合、被検者が低血糖の症状を発したりする等して、生命の危険に脅かされる場合がある。しかしながら、電子機器 100 によって、食後の血糖値の推定値を食前に確認することにより、このようなりスクを低減することができる。

40

【0096】

なお、電子機器 100 は、食後の血糖値に限らず、任意のタイミングにおける被検者の血糖値を推定してもよい。電子機器 100 は、任意のタイミングにおける血糖値についても

50

、非侵襲かつ短時間で推定できる。

【 0 0 9 7 】

電子機器 1 0 0 による食後の血糖値の推定方法は、上述の方法に限られない。例えば、被検者の食後の血糖値の推定にあたり、電子機器 1 0 0 は、複数の推定式から、1 つの推定式を選択し、選択した推定式を用いて被検者の食後の血糖値を推定してもよい。この場合、予め複数の推定式が作成される。

【 0 0 9 8 】

例えば、推定式は、食事の内容に応じて、複数作成されてよい。食事の内容は、例えば食事の量及び質を含んでよい。食事の量は、例えば食事の重量を含んでよい。食事の質は、例えばメニュー名、材料（食品）、調理法等を含んでよい。

10

【 0 0 9 9 】

食事の内容は、例えば複数の分類されていてよい。例えば、食事の内容は、麺類、定食、丼物等のカテゴリで分類されていてよい。推定式は、例えば食事の内容の分類の数と同じ数、作成されてよい。つまり、例えば食事の内容が 3 つに分類されている場合、各分類に対応付けられた推定式が作成されてよい。この場合、作成される推定式は、3 つである。電子機器 1 0 0 は、複数の推定式のうち、被検者の食事の内容に応じた推定式を用いて、食後の血糖値を推定する。

【 0 1 0 0 】

ここで、複数の推定式が作成された場合における、推定式を用いた被検者の血糖値の推定のフローの一例について説明する。図 1 7 は、作成された複数の推定式を用いて被検者の食後の血糖値を推定するフロー図である。

20

【 0 1 0 1 】

電子機器 1 0 0 は、被検者による入力部 1 4 1 の操作に基づいて、被検者の年齢を入力する（ステップ S 3 0 1 ）。

【 0 1 0 2 】

電子機器 1 0 0 は、被検者による入力部 1 4 1 の操作に基づいて、食事の内容の入力をする（ステップ S 3 0 2 ）。電子機器 1 0 0 は、多様な方法で被検者から食事の内容の入力を受け付けることができる。例えば、電子機器 1 0 0 は、表示デバイスを有する場合、被検者が選択可能な食事の内容（例えば分類）表示し、被検者に表示された食事の内容のうち、これから食べようとする食事に最も近いものを選択させることによって、入力を受け付けてよい。例えば、電子機器 1 0 0 は、被検者に入力部 1 4 1 を用いて食事の内容を記載させることにより、入力を受け付けてもよい。例えば、電子機器 1 0 0 は、カメラ等の撮像部を有する場合、撮像部を用いてこれから食べようとする食事を撮影することにより、入力を受け付けてもよい。この場合、電子機器 1 0 0 は、例えば受け付けた撮像画像を画像解析することにより、食事の内容を推定してよい。

30

【 0 1 0 3 】

電子機器 1 0 0 は、被検者による操作に基づいて、被検者の食前の脈波を測定する（ステップ S 3 0 3 ）。

【 0 1 0 4 】

電子機器 1 0 0 は、測定した脈波を解析する（ステップ S 3 0 4 ）。具体的には、電子機器 1 0 0 は、例えば測定した脈波に関する立上り指標 S 1、A I 及び脈拍数 P R について解析を行う。

40

【 0 1 0 5 】

電子機器 1 0 0 は、ステップ S 3 0 2 で受け付けた食事の内容に基づき、複数の推定式のうち、1 つの推定式を選択する（ステップ S 3 0 5 ）。電子機器 1 0 0 は、例えば、入力された食事の内容に最も近い分類に対応付けられた推定式を選択する。

【 0 1 0 6 】

電子機器 1 0 0 は、ステップ S 3 0 1 で入力を受け付けた被検者の年齢と、ステップ S 3 0 4 で解析した立上り指標 S 1、A I 及び脈拍数 P R とを、推定式に適用して、被検者の食後の血糖値を推定する（ステップ S 3 0 6 ）。推定された食後の血糖値は、例えば電子

50

機器 100 の報知部 147 から被検者に報知される。

【0107】

図18及び図19は、推定した食後の血糖値と、実測した食後の血糖値との比較を示す図である。図18は、食事の内容に応じた推定式を用いない場合の、推定した食後の血糖値と、実測した食後の血糖値との比較を示す図である。図19は、食事の内容に応じた推定式を用いる場合の、推定した食後の血糖値と、実測した食後の血糖値との比較を示す図である。図19は、一例として、食事の内容が「おにぎり2個」である場合において、複数の推定式から選択された1つの推定式を用いて推定した食後の血糖値と、実測した食後の血糖値との比較を示す図である。図18及び図19に示すグラフでは、横軸に食後の血糖値の測定値（実測値）が、縦軸に食後の血糖値の推定値が示されている。なお、血糖値の測定値は、テルモ社製血糖測定器メディセーフフィット用いて測定された。

10

【0108】

図18及び図19に示すように、測定値と推定値とは、概ね $\pm 20\%$ の範囲内に含まれている。すなわち、推定式による推定精度は、 20% 以内であると言える。また、図19に示すように、食事の内容に応じた推定式を用いて食後の血糖値を推定する場合、測定値と推定値とのばらつきが、図18に示すように食事の内容に応じた推定式を用いない場合と比較して、より小さくなっている。

【0109】

食後の血糖値の変化は、食事の内容によって異なる場合がある。しかしながら、このように、電子機器100が、複数の推定式のうち、食事の内容に応じた推定式を用いて食後の血糖値を推定することにより、食事の内容に応じて、より高い精度で血糖値を推定し得る。

20

【0110】

（第2実施形態）

第1実施形態では、電子機器100が被検者の食後の血糖値を推定する場合について説明した。第2実施形態では、電子機器100が被検者の食後の脂質値を推定する場合の一例について説明する。ここで、脂質値は、中性脂肪、総コレステロール、HDLコレステロール及びLDLコレステロール等を含む。本実施形態の説明において、第1実施形態と同様の点については、適宜その説明を省略する。

【0111】

電子機器100は、脈波に基づいて脂質値を推定するための推定式を、例えばあらかじめ記憶部145に記憶している。電子機器100は、これらの推定式を用いて、脂質値を推定する。

30

【0112】

脈波に基づく脂質値の推定に関する推定理論については、第1実施形態において説明した血糖値の推定理論と同様である。すなわち、血中の脂質値の変化は脈波の波形にも反映される。そのため、電子機器100は、脈波を取得し、取得した脈波に基づいて、脂質値を推定することができる。

【0113】

図20は、本実施形態に係る電子機器100が用いる推定式の作成フロー図である。本実施形態においても、推定式は、サンプルデータに基づいて、例えばPLS回帰分析又はニューラルネットワーク回帰分析等の回帰分析を行うことにより作成される。本実施形態では、サンプルデータとして、食前の脈波に基づいて、推定式が作成される。本実施形態において、食後は、食事を行ってから所定時間後の脂質値が高くなる時間（例えば食事を開始してから3時間程度）であってよい。推定式の作成において、特に、脂質値のばらつきが正規分布に近いサンプルデータを用いて回帰分析を行って推定式を作成することにより、検査対象となる被検者の任意のタイミングでの脂質値を推定することができる。

40

【0114】

推定式の作成において、まず、脈波計により測定された、食前の被験者の脈波に関する情報が推定式作成装置に入力される（ステップS401）。

【0115】

50

また、脂質測定装置により測定された、食後の被験者の脂質値に関する情報が推定式作成装置に入力される（ステップS402）。ステップS401及びステップS402において、各サンプルデータの被験者の年齢も入力されてよい。

【0116】

推定式作成装置は、ステップS401及びステップS402において入力されたサンプルデータのサンプル数が、回帰分析を行うために十分なN以上となったか否かを判断する（ステップS403）。サンプル数Nは適宜決定することができ、例えば100とすることができる。推定式作成装置は、サンプル数がN未満であると判断した場合（Noの場合）、サンプル数がN以上となるまで、ステップS401及びステップS402を繰り返す。一方、推定式作成装置は、サンプル数がN以上となったと判断した場合（Yesの場合）、ステップS404に移行して、推定式の算出を実行する。

10

【0117】

推定式の算出において、推定式作成装置は、入力された食前及び食後の脈波を解析する（ステップS404）。本実施の形態では、推定式作成装置は、食前の脈波の立上り指標S1、AI及び脈拍数PRについて解析を行う。なお、推定式作成装置は、脈波の解析として、FFT解析を行ってもよい。

【0118】

そして、推定式作成装置は、回帰分析を実行する（ステップS405）。回帰分析における目的変数は、食後の脂質値である。また、回帰分析における説明変数は、ステップS401又はステップS402で入力された年齢と、ステップS404で解析された食前の脈波の立上り指標S1、AI及び脈拍数PRとである。なお、推定式作成装置がステップS404でFFT解析を行う場合、説明変数は、例えばFFT解析の結果として算出されるフーリエ係数であってもよい。

20

【0119】

推定式作成装置は、回帰分析の結果に基づいて、食後の脂質値を推定するための推定式を作成する（ステップS406）。

【0120】

次に、推定式を用いた被検者の脂質値の推定のフローについて説明する。図21は、例えば図20のフローにより作成された推定式を用いて被検者の食後の脂質値を推定するフロー図である。

30

【0121】

まず、電子機器100は、被検者による入力部141の操作に基づいて、被検者の年齢を入力する（ステップS501）。

【0122】

また、電子機器100は、被検者による操作に基づいて、被検者の食前の脈波を測定する（ステップS502）。

【0123】

次に、電子機器100は、測定した脈波を解析する（ステップS503）。具体的には、電子機器100は、例えば測定した脈波に関する立上り指標S1、AI及び脈拍数PRについて解析を行う。

40

【0124】

電子機器100は、ステップS503で解析した立上り指標S1、AI及び脈拍数PRと、被検者の年齢とを、図20のフロー図で作成した推定式に適用して、被検者の食後の脂質値を推定する（ステップS504）。推定された食後の脂質値は、例えば電子機器100の報知部147から被検者に報知される。

【0125】

このようにして、本実施形態に係る電子機器100によれば、食前の脈波及び食後の脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、測定した被検者の食前の脈波に基づいて、被検者の食後の脂質値を推定する。そのため、電子機器100によれば、非侵襲かつ短時間で食後の脂質値を推定できる。このように、電子機器100によれば、簡便に被検者の健康

50

状態を推定することができる。また、電子機器 100 によれば、食前に、食後の脂質値の推定結果を知ることができる。そのため、被検者は、推定結果に応じて、食事又は薬の量等を、事前に変更することができる。

【0126】

脂質値を推定する場合についても、血糖値を推定する場合の例で説明したのと同様に、複数の推定式から 1 つの推定式を選択し、選択した推定式を用いて脂質値を推定してもよい。

【0127】

上記実施形態では、血糖値及び脂質値の推定を電子機器 100 が実行する場合の例について説明したが、血糖値及び脂質値の推定は、必ずしも電子機器 100 によって実行されなくてもよい。血糖値及び脂質値の推定を、電子機器 100 以外の他の装置が実行する場合の一例について説明する。

10

【0128】

図 22 は、一実施形態に係るシステムの概略構成を示す模式図である。図 22 に示した実施形態のシステムは、電子機器 100 と、情報処理装置（例えばサーバ）151 と、携帯端末 150 と、通信ネットワークを含んで構成される。図 22 に示すように、電子機器 100 が測定した脈波は、通信ネットワークを通じて情報処理装置 151 に送信され、被検者の個人情報として情報処理装置 151 に保存される。情報処理装置 151 では、被検者の過去の取得情報や、様々なデータベースと比較することにより、被検者の血糖値又は脂質値を推定する。情報処理装置 151 はさらに被検者に最適なアドバイスを作成してもよい。情報処理装置 151 は、被検者が所有する携帯端末 150 に推定結果及びアドバイスを返信する。携帯端末 150 は受信した推定結果及びアドバイスを携帯端末 150 の表示部から報知する、というシステムを構築することができる。電子機器 100 の通信機能を利用することで、情報処理装置 151 には複数の利用者からの情報を収集することができるため、さらに推定の精度が上がる。また、携帯端末 150 を報知手段として用いるため、電子機器 100 は報知部 147 が不要となり、さらに小型化される。また、被検者の血糖値又は脂質値の推定を情報処理装置 151 で行うために、電子機器 100 の制御部 143 の演算負担を軽減できる。また、被検者の過去の取得情報を情報処理装置 151 で保存するために、電子機器 100 の記憶部 145 の負担を軽減できる。そのため、電子機器 100 はさらに小型化、簡略化が可能となる。また、演算の処理速度も向上する。

20

【0129】

本実施形態に係るシステムは情報処理装置 151 を介して、電子機器 100 と携帯端末 150 とを通信ネットワークで接続した構成を示したが、本開示に係るシステムはこれに限定されるものではない。情報処理装置 151 を用いずに、電子機器 100 と携帯端末 150 を直接通信ネットワークで接続して構成してもよい。

30

【0130】

本開示を完全かつ明瞭に開示するために特徴的な実施例に関し記載してきた。しかし、添付の請求項は、上記実施の形態に限定されるべきものでなく、本明細書に示した基礎的事項の範囲内で当該技術分野の当業者が創作しうるすべての変形例及び代替可能な構成を具現化するように構成されるべきである。

【0131】

例えば、上述の実施形態においては、センサ部 130 に角速度センサ 131 を備える場合について説明したが、本発明に係る電子機器 100 はこれに限ることはない。センサ部 130 は、発光部と受光部からなる光学脈波センサを備えていてもよいし、圧力センサを備えていてもよい。また、電子機器 100 の装着は手首に限らない。首、足首、太もも、耳等、動脈上にセンサ部 130 が配置されていればよい。

40

【0132】

また、例えば、上述の実施形態において、回帰分析の説明変数が、年齢、立上り指標 S1、AI 及び脈拍数 PR であると説明したが、説明変数は、これら 4 つの全てを含んでいなくてもよい。また、説明変数は、これら 4 つ以外の変数を含んでいてもよい。例えば、説明変数は、性別、又は脈波を 1 回微分して導出される速度脈波に基づいて定められる指標

50

等を含んでもよい。例えば、説明変数は、脈拍に基づいて定められる指標を含んでもよい。脈拍に基づいて定められる指標は、例えば図 23 に一例として示す、E T (Ejection Time: 駆出時間)、又は、心室の駆出しから D W (Dicrotic Wave: 重拍波) までの時間 D W t 等を含んでもよい。また、例えば説明変数は、空腹時血糖値 (例えば採血により測定した血糖値や健康診断時において予め測定された血糖値等) を含んでもよい。

【0133】

上記実施形態において、推定式は、被験者の食前の脈波及び被験者の食後の血糖値又は脂質値を用いて作成されると説明した。ここで、被験者は、電子機器 100 を用いて血糖値又は脂質値を推定させる被検者であってもよい。すなわち、この場合、推定式は、被検者自身の食前の脈波及び被験者の食後の血糖値又は脂質値を用いて作成される。

10

【符号の説明】

【0134】

100 電子機器

110、210 装着部

111、225 開口部

120、220 測定部

120 a 裏面

120 b 表面

130 センサ部

131 角速度センサ

132 脈あて部

133、224 軸部

134 第1のアーム

135 第2のアーム

140 弾性体

141 入力部

143 制御部

144 電源部

145 記憶部

146 通信部

147 報知部

150 携帯端末

151 情報処理装置

211 基部

212 固定部

221 本体部

222 外装部

222 a 接触面

222 b 面

222 c 切り欠き

222 d 端部

223 結合部

20

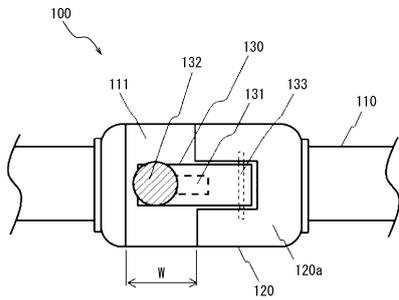
30

40

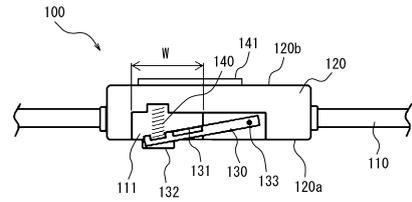
50

【図面】

【図 1】



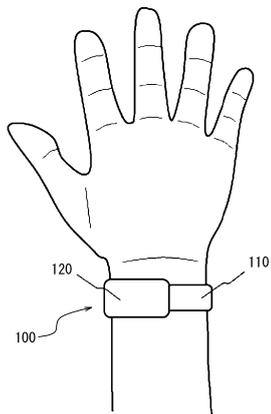
【図 2】



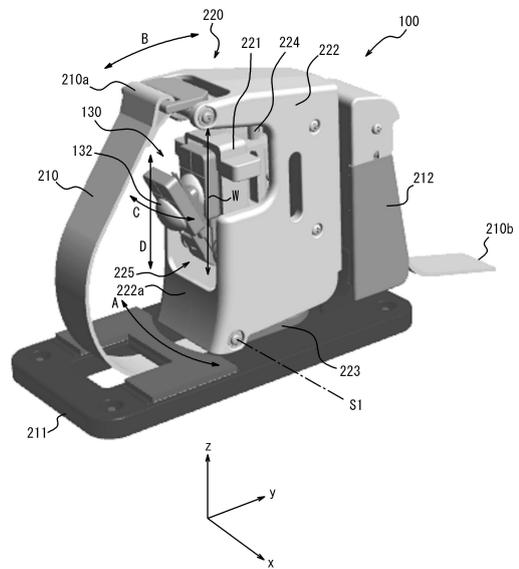
10

20

【図 3】



【図 4】

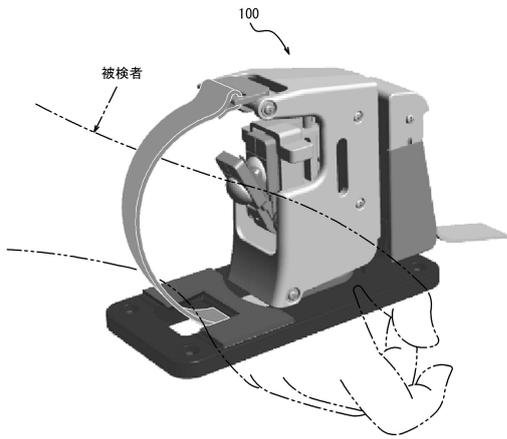


30

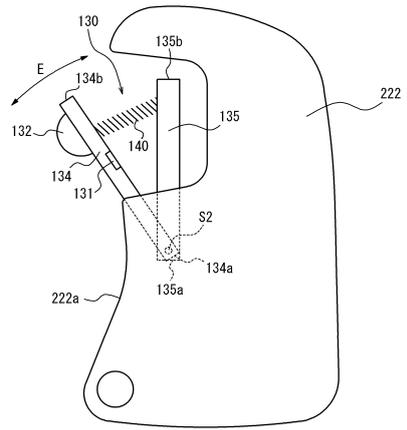
40

50

【 図 5 】



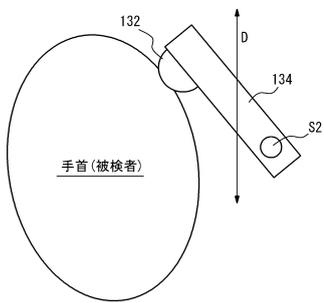
【 図 6 】



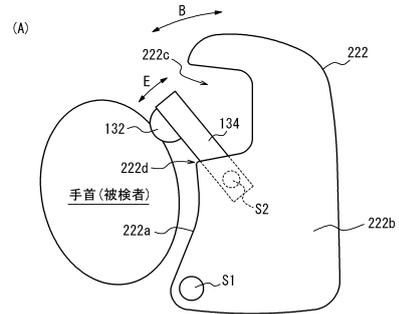
10

20

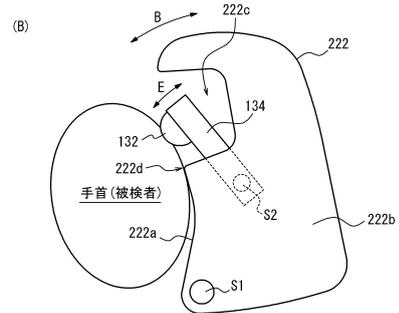
【 図 7 】



【 図 8 】



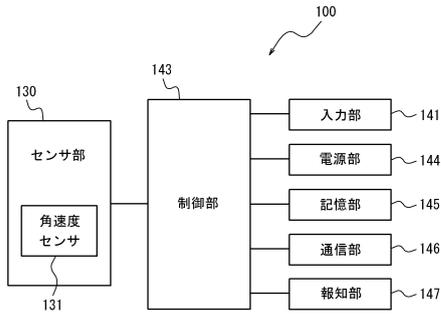
30



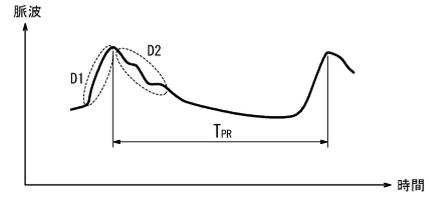
40

50

【図 9】



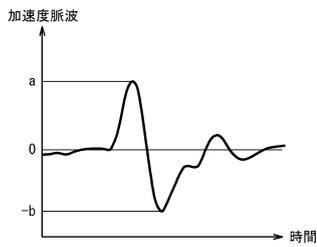
【図 10】



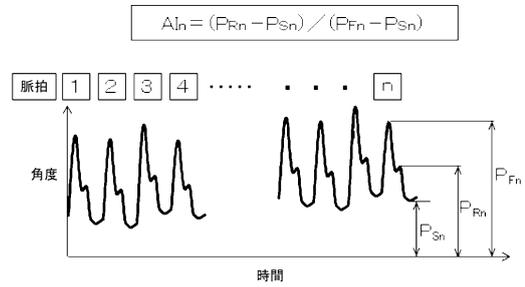
10

20

【図 11】



【図 12】

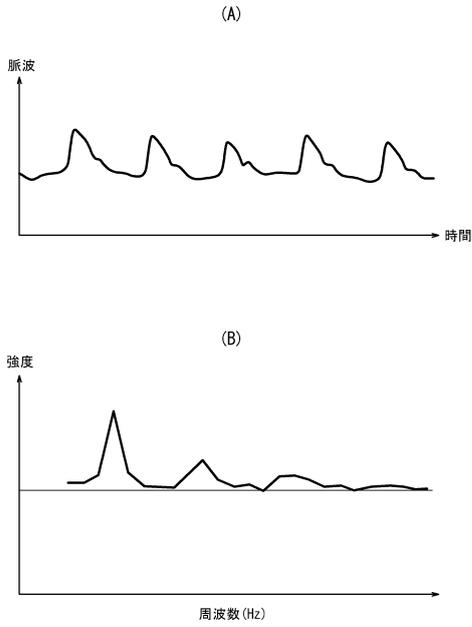


30

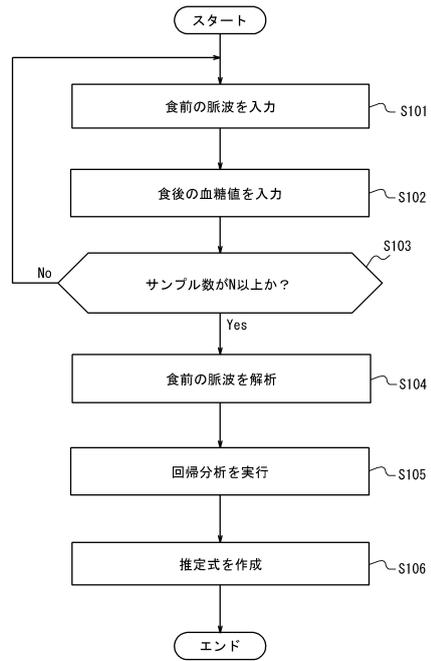
40

50

【図 1 3】



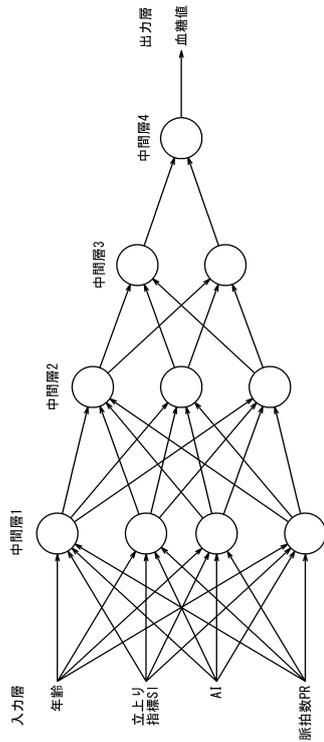
【図 1 4】



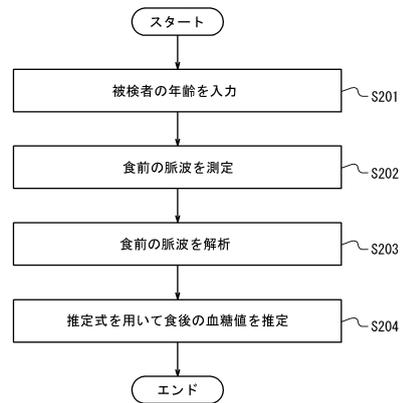
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

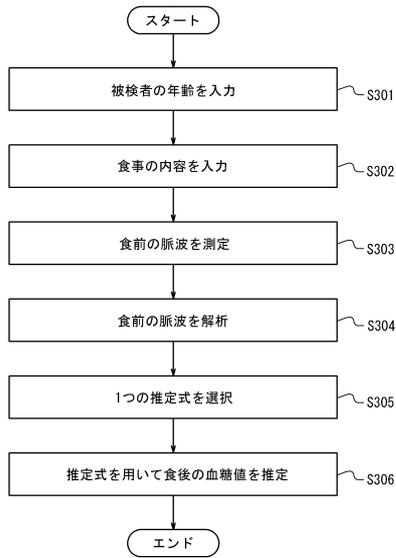


30

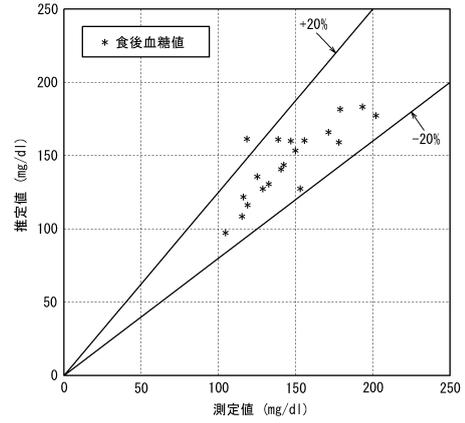
40

50

【 図 1 7 】



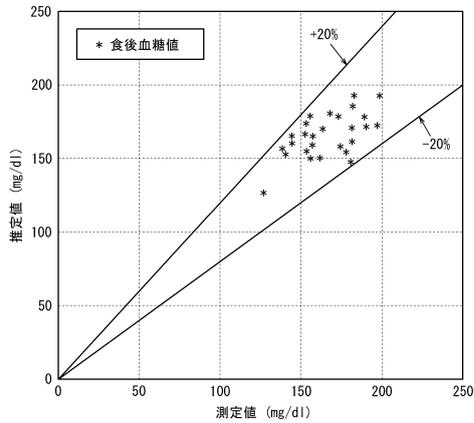
【 図 1 8 】



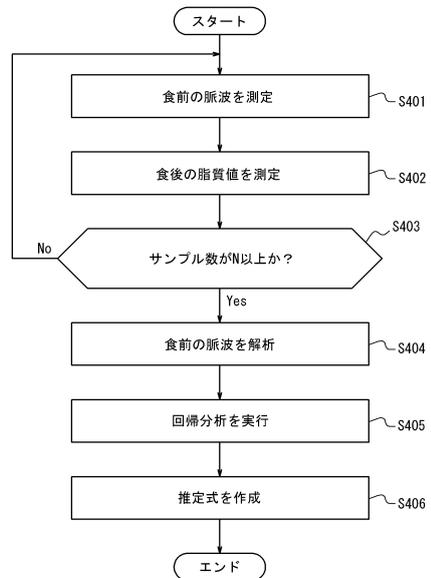
10

20

【 図 1 9 】



【 図 2 0 】

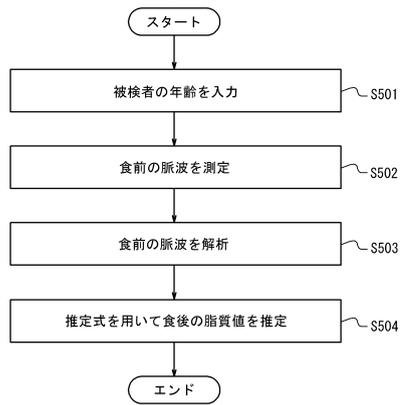


30

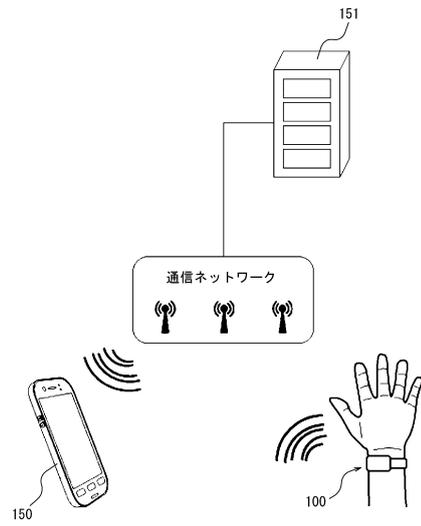
40

50

【図 2 1】



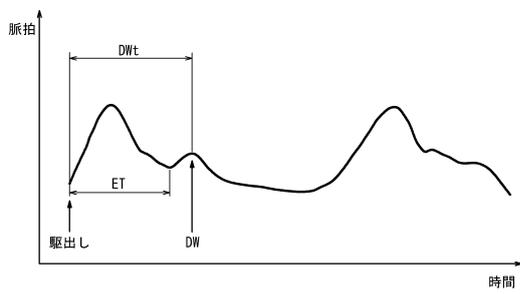
【図 2 2】



10

20

【図 2 3】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2016/174839(WO, A1)
特開2017-185131(JP, A)
特開2012-027801(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
A61B 5/00 - 5/03
A61B 5/06 - 5/22