

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6884718号
(P6884718)

(45) 発行日 令和3年6月9日 (2021. 6. 9)

(24) 登録日 令和3年5月14日 (2021. 5. 14)

(51) Int. Cl.

F I

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

A 6 1 B 5/00 (2006. 01)

A 6 1 B 5/02 3 1 O P

A 6 1 B 5/00 G

請求項の数 14 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2018-30116 (P2018-30116)	(73) 特許権者	000006633
(22) 出願日	平成30年2月22日 (2018. 2. 22)		京セラ株式会社
(65) 公開番号	特開2019-141415 (P2019-141415A)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
(43) 公開日	令和1年8月29日 (2019. 8. 29)	(74) 代理人	100147485
審査請求日	令和2年7月10日 (2020. 7. 10)		弁理士 杉村 憲司
		(74) 代理人	230118913
			弁護士 杉村 光嗣
		(74) 代理人	100153017
			弁理士 大倉 昭人
		(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

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、
食前の脈波並びに食後の脈波及び血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、前記被検者の食後の血糖値を推定する制御部と、
を備え、
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し、
前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれれかを含む、電子機器。

【請求項 2】

前記食前の脈波と食後の脈波との差分は、脈波に関する指標の値の変化である、請求項 1 に記載の電子機器。

【請求項 3】

前記脈波に関する指標は、脈拍数、立上り指標 S 1、及び A I の少なくともいずれかを含む、請求項 2 に記載の電子機器。

【請求項 4】

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 1 に記載の電子機器。

10

20

【請求項 5】

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 6】

被検者の脈波を取得するセンサ部と、

食前の脈波並びに食後の脈波及び脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、前記被検者の食後の脂質値を推定する制御部と、
を備え、

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、前記食後の脂質値を推定し、

前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む、電子機器。

【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、食前の脈波並びに食後の脈波及び血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、前記被検者の食後の血糖値を推定する制御部を備え、

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し、

前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む、推定システム。

【請求項 8】

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、食前の脈波並びに食後の脈波及び脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、前記被検者の食後の脂質値を推定する制御部を備え、

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、前記食後の脂質値を推定し、

前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む、推定システム。

【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ステップと、

食前の脈波並びに食後の脈波及び血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、取得した前記被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、前記被検者の食後の血糖値を推定するステップと、
を含み、

前記推定するステップは、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ステップを含み、

前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む、推定方法。

【請求項 10】

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ステップと、

食前の脈波並びに食後の脈波及び脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、取得し

10

20

30

40

50

た前記被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、前記被検者の食後の脂質値を推定するステップと、
を含み、

前記推定するステップは、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、前記食後の脂質値を推定するステップを含み、

前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む、推定方法。

【請求項 1 1】

電子機器に、

被検者の脈波を取得するステップと、

食前の脈波並びに食後の脈波及び血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、取得した前記被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、前記被検者の食後の血糖値を推定するステップと、
を実行させ、

前記推定するステップは、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ステップを含み、

前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む、推定プログラム。

【請求項 1 2】

電子機器に、

被検者の脈波を取得するステップと、

食前の脈波並びに食後の脈波及び脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、取得した前記被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、前記被検者の食後の脂質値を推定するステップと、
を実行させ、

前記推定するステップは、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、前記食後の脂質値を推定するステップを含み、

前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む、推定プログラム。

【請求項 1 3】

被検者の脈波を取得するセンサ部と、

前記被検者の食前の脈波並びに食後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、前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波と任意タイミングの脈波との差分に基づいて、前記被検者の血糖値を推定する制御部と、
を備え、

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、前記被検者の血糖値を推定し、

前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む、電子機器。

【請求項 1 4】

被検者の脈波を取得するセンサ部と、

前記被検者の食前の脈波並びに食後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、前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波と任意タイミングの脈波との差分に基づいて、前記被検者の脂質値を推定する制御部と、
を備え、

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、前記被検者の脂質値を推定し、

前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む、電子機器。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【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】

【特許文献1】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、食前の脈波並びに食後の脈波及び血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、前記被検者の食後の血糖値を推定する制御部と、を備え、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し、前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む。

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、食前の脈波並びに食後の脈波及び脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、前記被検者の食後の脂質値を推定する制御部と、を備え、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、前記食後の脂質値を推定し、前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む。

40

【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、食前の脈波並びに食後の脈波及び血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、前記被検者の食後の血糖値を推定する制御部を備え、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し、前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む。

【0009】

50

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、食前の脈波並びに食後の脈波及び脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、前記被検者の食後の脂質値を推定する制御部を備え、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、前記食後の脂質値を推定し、前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む。

【 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ステップと、食前の脈波並びに食後の脈波及び血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、取得した前記被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、前記被検者の食後の血糖値を推定するステップと、を含み、前記推定するステップは、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ステップを含み、前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む。

【 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ステップと、食前の脈波並びに食後の脈波及び脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、取得した前記被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、前記被検者の食後の脂質値を推定するステップと、を含み、前記推定するステップは、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、前記食後の脂質値を推定するステップを含み、前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む。

【 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ステップと、食前の脈波並びに食後の脈波及び血糖値に基づいて作成された推定式を用いて、取得した前記被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、前記被検者の食後の血糖値を推定するステップと、を実行させ、前記推定するステップは、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ステップを含み、前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む。

【 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ステップと、食前の脈波並びに食後の脈波及び脂質値に基づいて作成された推定式を用いて、取得した前記被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、前記被検者の食後の脂質値を推定するステップと、を実行させ、前記推定するステップは、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、前記食後の脂質値を推定するステップを含み、前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む。

【 0 0 1 4 】

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、前記被検者の食前の脈波並びに食後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、前記センサ部が取得した前記被検者の食前の脈波と任意タイミングの脈波との差分に基づいて、前記被検者の血糖値を推定する制御部と、を備え、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、前記被検者の血糖値を推定し、前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む。

【 0 0 1 5 】

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、前記被検者の食前の脈波並びに食後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、前記センサ

10

20

30

40

50

部が取得した前記被検者の食前の脈波と任意タイミングの脈波との差分に基づいて、前記被検者の脂質値を推定する制御部と、を備え、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、前記被検者の脂質値を推定し、前記食事の内容は、食事の重量、メニュー名、材料及び調理法のうちの少なくともいずれかを含む。

【発明の効果】

【0016】

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】

【0017】

10

【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。

20

【図9】電子機器の機能ブロック図である。

【図10】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11】加速度脈波の一例を示す図である。

【図12】センサ部で取得された脈波の一例を示す図である。

【図13】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14】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15】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16】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17】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。

30

【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】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。

【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】

【0018】

以下、実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

40

【0019】

(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120aから第1例の電子機器100を観察した図である。

【0020】

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。

50

【 0 0 2 1 】

一実施形態において、装着部 1 1 0 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 1 0 0 の装着部 1 1 0 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 1 2 0 の裏面 1 2 0 a が被検部位に接触するように装着部 1 1 0 を手首に巻きつけて、脈波の測定を行う。電子機器 1 0 0 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。

【 0 0 2 2 】

図 2 は、第 1 例の電子機器 1 0 0 の断面図である。図 2 は、測定部 1 2 0 と、測定部 1 2 0 の周辺の装着部 1 1 0 とを図示している。

【 0 0 2 3 】

測定部 1 2 0 は、装着時に被検者の手首に接触する裏面 1 2 0 a と、裏面 1 2 0 a と反対側の表面 1 2 0 b とを有する。測定部 1 2 0 は、裏面 1 2 0 a 側に開口部 1 1 1 を有する。センサ部 1 3 0 は、第 1 例の電子機器 1 0 0 を装着時に被検者の手首に接触する第 1 端と、測定部 1 2 0 に接する第 2 端とを有する。センサ部 1 3 0 は、弾性体 1 4 0 が押圧されていない状態において、開口部 1 1 1 から裏面 1 2 0 a 側に第 1 端が突出している。センサ部 1 3 0 の第 1 端は、脈あて部 1 3 2 を有する。センサ部 1 3 0 の第 1 端は、裏面 1 2 0 a の平面とほぼ垂直な方向に変位可能である。センサ部 1 3 0 の第 2 端は、軸部 1 3 3 を介して測定部 1 2 0 に接している。

【 0 0 2 4 】

センサ部 1 3 0 の第 1 端は、弾性体 1 4 0 を介して測定部 1 2 0 に接している。センサ部 1 3 0 の第 1 端は、測定部 1 2 0 に対して変位可能である。弾性体 1 4 0 は、例えば、ばねを含む。弾性体 1 4 0 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 1 4 0 に代えて、若しくは弾性体 1 4 0 と共に、センサ部 1 3 0 の回転軸 1 3 3 に、ねじりコイルばね等の付勢機構を設けて、センサ部 1 3 0 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。

【 0 0 2 5 】

なお、測定部 1 2 0 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。

【 0 0 2 6 】

センサ部 1 3 0 は、センサ部 1 3 0 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 はセンサ部 1 3 0 の角度変位を検出する。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。

【 0 0 2 7 】

第 1 例の電子機器 1 0 0 は、測定部 1 2 0 の表面 1 2 0 b 側に、入力部 1 4 1 を備える。入力部 1 4 1 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 1 4 1 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。

【 0 0 2 8 】

図 3 は、被検者による第 1 例の電子機器 1 0 0 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 1 0 0 を手首に巻きつけて使用する。第 1 例の電子機器 1 0 0 は、測定部 1 2 0 の裏面 1 2 0 a が手首に接触した状態で装着される。測定部 1 2 0 は、第 1 例の電子機器 1 0 0 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 1 3 2 が接触するように、その位置を調整できる。

【 0 0 2 9 】

図 3 では、第 1 例の電子機器 1 0 0 の装着状態において、センサ部 1 3 0 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 1 2 0 とセンサ部 1 3 0 との間に配置される弾性体 1 4 0 の弾性力により、センサ部 1 3 0 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 1 3 0 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、センサ部 1 3 0 の変位を

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 3 0 】

再び図 2 を参照すると、センサ部 1 3 0 は、弾性体 1 4 0 が押圧されていない状態において、開口部 1 1 1 から第 1 端が突出している。被検者が第 1 例の電子機器 1 0 0 を装着した際、センサ部 1 3 0 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 1 4 0 は伸縮し、センサ部 1 3 0 の第 1 端は変位する。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 1 1 1 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 1 2 0 に開口部 1 1 1 を設けることにより、第 1 例の電子機器 1 0 0 の装着状態において、測定部 1 2 0 の裏面 1 2 0 a は橈骨動脈を圧迫しない。そのため、第 1 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。

10

【 0 0 3 1 】

図 3 では、第 1 例の電子機器 1 0 0 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 1 0 0 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 1 3 2 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 1 3 2 が頸動脈の位置にくるように、第 1 例の電子機器 1 0 0 を首に巻きつけて装着してもよい。

【 0 0 3 2 】

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 1 0 0 は、装着部 2 1 0 と、基部 2 1 1 と、基部 2 1 1 に取り付けられた固定部 2 1 2 及び測定部 2 2 0 と、を備える。

20

【 0 0 3 3 】

本実施形態において、基部 2 1 1 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 2 1 1 の短辺方向を x 軸方向、平板形状の基部 2 1 1 の長辺方向を y 軸方向、平板形状の基部 2 1 1 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 1 0 0 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 1 0 0 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、第 2 例の電子機器 1 0 0 の正面という。

30

【 0 0 3 4 】

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 5 】

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。

40

【 0 0 3 6 】

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。

50

【0037】

結合部223は、基部211に対して、基部211の表面に沿って回転可能な態様で、基部211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223は、矢印Aで示すように、基部211に対して xy 平面上で回転可能な態様で、基部211に取り付けられていてよい。この場合、結合部223を介して基部211に取り付けられている測定部220の全体が、基部211に対して xy 平面上で回転可能となる。

【0038】

外装部222は、結合部223を通る軸 $S1$ 上において、結合部223と連結されている。軸 $S1$ は、 x 軸方向に延びる軸である。このようにして外装部222が結合部223に連結されることにより、外装部222は、結合部223に対し、基部211が延在する xy 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222は、基部211が延在する xy 平面に、軸 $S1$ 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222は、 yz 平面など xy 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222は、図4の矢印Bで示すように、軸 $S1$ を中心に、 xy 平面に直交する yz 平面上で回転可能な態様で、結合部223に連結されることができる。

10

【0039】

外装部222は、第2例の電子機器100の装着状態において被検者の手首に接触する接触面222aを有する。外装部222は、接触面222a側に、開口部225を有していてよい。外装部222は、本体部221を覆うように構成されていてよい。

20

【0040】

外装部222は、内側の空間内に、 z 軸方向に延びる軸部224を備えてよい。本体部221は、軸部224を通すための穴を有し、当該穴に軸部224が通された状態で、本体部221が外装部222の内側の空間に取り付けられている。すなわち、本体部221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 xy 平面上で回転可能な態様で、外装部222に取り付けられている。つまり、本体部221は、外装部222に対して、基部211の表面である xy 平面に沿って回転可能な態様で、外装部222に取り付けられている。また、本体部221は、図4の矢印Dで示すように、軸部224に沿って、すなわち z 軸方向に沿って、外装部222に対して、上下方向に変位可能な態様で、外装部222に取り付けられている。

30

【0041】

センサ部130は、本体部221に取り付けられている。ここで、図6を参照して、センサ部130の詳細について説明する。センサ部130は、第2例の電子機器100の正面視における外装部222及びセンサ部130を示す概略図である。図6において、センサ部130のうち、正面視で外装部222と重なる部分については、破線で表現されている。

【0042】

センサ部130は、第1のアーム134と、第2のアーム135とを備える。第2のアーム135は、本体部221に固定される。第2のアーム135の下側の一端135aは、第1のアーム134の一端134aと接続されている。第1のアーム134は、図6の矢印Eで示すように、一端134aを軸として、他端134b側が yz 平面上で回転可能な態様で、第2のアーム135と接続されている。

40

【0043】

第1のアーム134の他端134b側は、弾性体140を介して第2のアーム135の上側の他端135b側に接続されている。第1のアーム134は、弾性体140が押圧されていない状態において、センサ部130の他端134bが外装部222の開口部225から接触面222a側に突出した状態で、第2のアーム135に支持される。弾性体140は、例えばばねである。但し、弾性体140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140に代えて、若しくは弾性体140と共に、第1のアーム134の回転軸 $S2$ に、ねじりコイルばね等の付勢機

50

構を設けて、第1のアーム134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。

【0044】

第1のアーム134の他端134bには、脈あて部132が結合されている。脈あて部132は、第2例の電子機器100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132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132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いてよい。脈あて部132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いてよい。例えば、脈あて部132は、内部にビーズを詰めた布製の袋等により構成されていてよい。脈あて部132は、例えば第1のアーム134に着脱可能に構成されていてよい。例えば、被検者は、複数の大きさ及び/又は形状の脈あて部132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132を第1のアーム134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/又は形状に合わせた脈あて部132を使用できる。

10

【0045】

センサ部130は、第1のアーム134の変位を検出する角速度センサ131を備える。角速度センサ131は第1のアーム134の角度変位を検出できればよい。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。

20

【0046】

図5に示すように、本実施形態では、第2例の電子機器100の装着状態において、脈あて部132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135と第1のアーム134との間に配置される弾性体140の弾性力により、第1のアーム134の他端134b側に配置された脈あて部132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134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、第1のアーム134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。

【0047】

30

図6に示すように、第1のアーム134は、弾性体140が押圧されていない状態において、開口部225から他端134bが突出した状態である。被検者に電子機器100を装着した際、第1のアーム134に結合された脈あて部132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140が伸縮し、脈あて部132が変位する。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225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222に開口部225を設けることにより、第2例の電子機器100の装着状態において、外装部222の接触面222aは橈骨動脈を圧迫しない。そのため、第2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。

40

【0048】

固定部212は、基部211に固定されている。固定部212は、装着部210を固定するための固定機構を備えていてよい。装着部210は、第2例の電子機器100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212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。

【0049】

装着部210は、被検者が手首を第2例の電子機器100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210は、細長い帯状のバンドである。図4に示す例では、装着部210は、一端210aが測定部220の上端に結合され、基部211

50

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。

10

【 0 0 5 0 】

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 5 1 】

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。

20

【 0 0 5 2 】

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 1 0 0 によれば、センサ部 1 3 0 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 1 0 0 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 2 2 1 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 2 2 1 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 2 2 1 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 2 2 1 は、基部 2 1 1 の表面である x y 平面に交差する方向に沿って変位可能に構成されてよい。

30

【 0 0 5 3 】

ここで、脈あて部 1 3 2 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 1 3 4 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 1 3 2 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 1 3 4 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 1 0 0 において、本体部 2 2 1 及び本体部 2 2 1 に結合されたセンサ部 1 3 0 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 1 3 2 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 1 3 0 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 1 0 0 は、センサ部 1 3 0 の方向を、脈あて部 1 3 2 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 1 0 0 によれば、被検者の手首の形状に応じて、センサ

40

50

部 1 3 0 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 1 3 4 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 1 0 0 によれば測定の精度が向上する。

【 0 0 5 4 】

被検者は、図 8 (A) に示すように脈あて部 1 3 2 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 1 0 0 に固定するために、装着部 2 1 0 の他端 2 1 0 b を引く。ここで、外装部 2 2 2 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 2 1 0 を引くと、外装部 2 2 2 は、軸 S 1 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 2 2 2 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 1 3 4 は、弾性体 1 4 0 を介して第 2 のアーム 1 3 5 に接続されているため、外装部 2 2 2 の上端側が y 軸負方向に変位することにより、弾性体 1 4 0 の弾性力により、脈あて部 1 3 2 が橈骨動脈側に付勢される。これにより、脈あて部 1 3 2 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 1 0 0 によれば測定の精度が向上する。

10

【 0 0 5 5 】

外装部 2 2 2 の回転方向（矢印 B で示す方向）と、第 1 のアーム 1 3 4 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 2 2 2 の回転方向と第 1 のアーム 1 3 4 の回転方向とが平行に近いほど、外装部 2 2 2 の上端側を y 軸負方向に変位させたときに、弾性体 1 4 0 の弾性力が効率的に第 1 のアーム 1 3 4 にかかる。なお、外装部 2 2 2 の回転方向と第 1 のアーム 1 3 4 の回転方向が略平行な範囲は、外装部 2 2 2 の上端側が y 軸負方向に変位したときに、弾性体 1 4 0 の弾性力が第 1 のアーム 1 3 4 にかけられる範囲を含む。

20

【 0 0 5 6 】

ここで、図 8 に示す外装部 2 2 2 の正面側の面 2 2 2 b は、上下方向に長い略長形状である。面 2 2 2 b は、y 軸負方向側の辺の上端側に、切り欠き 2 2 2 c を有する。切り欠き 2 2 2 c により、図 8 (B) に示すように外装部 2 2 2 の上端側が y 軸負方向に変位しても、面 2 2 2 b 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 2 2 2 b に接触して妨げられることを防止しやすくなる。

【 0 0 5 7 】

さらに、図 8 (B) に示すように外装部 2 2 2 の上端側が y 軸負方向に変位したとき、切り欠き 2 2 2 c における下方側の端部 2 2 2 d が、手首の橈骨動脈とは異なる位置で接触する。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。

30

40

【 0 0 5 8 】

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 9 】

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

50

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100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100は、第1のアーム134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。

【0060】

上述した電子機器100の第1例及び第2例は、電子機器100の構成の一例を示すものにすぎない。従って、電子機器100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100は、被検者の脈波を測定可能な構成を有していればよい。

【0061】

図9は、第1例又は第2例の電子機器100の機能ブロック図である。電子機器100は、センサ部130と、入力部141と、制御部143と、電源部144と、記憶部145と、通信部146と、報知部147とを含む。第1例の電子機器100において、制御部143、電源部144、記憶部145、通信部146及び報知部147は、測定部120又は装着部110の内部に含まれていてもよい。第2例の電子機器100において、制御部143、電源部144、記憶部145、通信部146及び報知部147は、固定部212の内部に含まれていてもよい。

【0062】

センサ部130は、角速度センサ131を含み、被検部位から脈動を検出して脈波を取得する。

【0063】

制御部143は、電子機器100の各機能ブロックをはじめとして、電子機器100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143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143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145等の記憶媒体に格納される。また、制御部143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143は、報知部147へのデータの報知を行ってもよい。

【0064】

電源部144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100全体に電力を供給する。電源部144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。

【0065】

記憶部145は、プログラム及びデータを記憶する。記憶部145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145は、複数の種類の記憶媒体を含んでよい。記憶部145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145は、RAM(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145は、各種情報や電子機器100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145は、例えばセンサ部130により取得された脈波の測定結果を記憶してもよい。

【0066】

通信部146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146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146は、電子機器100が測定した脈波の測定結果や、電子機器100が推定した健康状態を、当該外部装置に送信する。

【0067】

報知部147は、音、振動、及び画像等で情報を報知する。報知部147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(LCD:Liquid Crystal Display)、有機ELディスプレイ(OELD:Organic

10

20

30

40

50

Electro-Luminescence Display)、又は無機ELディスプレイ(IELED: 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147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。

【0068】

一実施形態に係る電子機器100は、糖代謝の状態を推定する。一実施形態では、電子機器100が、糖代謝の状態として、血糖値を推定する。

【0069】

電子機器100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100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、血糖値を推定する。

10

【0070】

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100は、脈波に基づいて、血糖値を推定することができる。

20

【0071】

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、PLS(Partial Least Squares: 部分的最小二乗)回帰分析により作成されてよい。PLS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ことにより、回帰係数行列が算出される。

30

【0072】

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100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。

【0073】

図10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)S1と、AI(Augmentation Index)と、脈拍数PRとに関する回帰分析により作成される。

40

【0074】

立上り指標S1は、図10の領域D1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S1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S1は、例えば図11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S1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。

50

【 0 0 7 5 】

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。

【 0 0 7 6 】

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を除したものであり、 $A I_n = (P_{Rn} - P_{Sn}) / (P_{Fn} - P_{Sn})$ 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。

【 0 0 7 7 】

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 8 】

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。

【 0 0 7 9 】

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 8 0 】

電子機器 1 0 0 は、上述した立上り指標 S 1、A I 及び脈拍数 P R、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。

【 0 0 8 1 】

ここで、電子機器 1 0 0 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 1 0 0 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 1 0 0 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 1 4 5 に記憶される。

【 0 0 8 2 】

図 1 4 は、電子機器 1 0 0 が用いる推定式の作成フロー図である。推定式は、被験者の食前及び食後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。

【 0 0 8 3 】

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 S 1 0 1)。

【 0 0 8 4 】

10

20

30

40

50

また、脈波計により測定された、食後の被験者の脈波に関する情報と、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とが、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。

【0085】

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。

10

【0086】

推定式の算出において、推定式作成装置は、入力された食後の脈波を解析する（ステップS104）。本実施の形態では、推定式作成装置は、食後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。

【0087】

また、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と食後の脈波との差分を算出する（ステップS105）。食前の脈波と食後の脈波との差分は、脈波に関する値の変化であり、脈拍に関する特定の指標の値の変化、又は、脈拍に関する特定の指標の値の差分である。例えば、食前の脈波と食後の脈波との差分は、脈拍数の変化である。すなわち、ステップS105において、推定式作成装置は、食前及び食後の脈拍数を算出し、食後の脈拍数から食前の脈拍数の差を取ることであり、脈拍数の変化量を算出する。

20

【0088】

そして、推定式作成装置は、回帰分析を実行する（ステップS106）。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で解析された食後の脈波の立上り指標S1、AI及び脈拍数PRと、ステップS105で算出された脈波の差分とである。なお、推定式作成装置がステップS105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。

30

【0089】

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S107）。

【0090】

脈波の差分の算出対象となる指標は、上述した脈拍数に限られない。脈波の差分の算出対象となる指標は、脈拍数以外の、脈波に関する他の指標であってもよい。例えば、脈波の差分の算出対象となる指標は、立上り指標S1又はAI等を含んでもよい。脈波の差分の算出対象となる指標には、これらの指標のうち2個以上が含まれていてもよい。

40

【0091】

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。

【0092】

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5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5ニューロンは、年齢、立上り指標S1、AI、脈拍数PR及び脈波の差分である。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

50

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、中間層 4 及び中間層 5 という 5 つの中間層を有する。中間層 1、中間層 2、中間層 3、中間層 4 及び中間層 5 は、それぞれノード数が 5、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。

【0093】

10

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。

【0094】

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）。

【0095】

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）。

【0096】

そして、電子機器 100 は、被検者が食事をした後、被検者による操作に基づいて、被検者の食後の脈波を測定する（ステップ S203）。

20

【0097】

電子機器 100 は、測定した食後の脈波を解析する（ステップ S204）。具体的には、電子機器 100 は、例えば測定した食後の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。

【0098】

また、電子機器 100 は、食前の脈波と食後の脈波との差分を算出する（ステップ S205）。食前の脈波と食後の脈波との差分は、推定式の作成において算出された指標と同様の指標であってよい。例えば、図 14 で説明したように推定式の作成において脈拍数の変化が算出された場合、ここで電子機器 100 により算出される脈波の差分は、脈拍数の変化であってよい。すなわち、電子機器 100 は、ステップ S205 において、例えば食前及び食後の脈拍数を算出し、算出した食前及び食後の脈拍数の差を算出する。

30

【0099】

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 S204 で解析した食後の脈波に関する立上り指標 S1、AI 及び脈拍数 PR と、ステップ S205 で算出した脈波の差分とを、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 S206）。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。

【0100】

このように、本実施形態に係る電子機器 100 によれば、脈波の差分と、被検者の食後の脈波とに基づいて、被検者の食後の血糖値を推定できる。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。

40

【0101】

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、非侵襲かつ短時間で推定できる。

【0102】

図 17 及び図 18 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 17 及び図 18 は、センサ部 130 が取得した被検者の食前及び食後の脈波

50

に基づいて推定した被検者の食後の血糖値と、実測した食後の血糖値との比較を示す図である。図 17 における食後の血糖値の推定値は、説明変数として脈波の差分を含まずに作成された推定式を用いて算出されたものである。つまり、図 17 における食後の血糖値の推定において使用された推定式は、年齢と、食後の脈波の立上り指標 S1、AI 及び脈拍数 PR とを目的変数として作成されたものである。従って、図 17 における食後の血糖値の推定値は、年齢及び食後の脈波に基づいて、推定式を用いて算出されたものである。図 18 における食後の血糖値の推定値は、本実施形態で説明した推定式を用いて、被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、算出されたものである。すなわち、図 18 における食後の血糖値の推定値は、説明変数として脈波の差分を含んで作成された推定式を用いて算出されたものである。図 17 及び図 18 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

【0103】

図 17 及び図 18 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。ここで、図 17 と図 18 とにおける、測定値と推定値との相関係数をそれぞれ算出すると、図 17 の場合は相関係数が 0.817 であり、図 18 の場合は相関係数が 0.822 であった。すなわち、図 17 のように説明変数として脈波の差分を含まない場合と比較して、図 18 のように説明変数として脈波の差分を含む場合の方が、相関係数が高いことが分かった。これは、図 17 のように、説明変数として脈波の差分を含まない場合には、被検者ごとの個々の脈波に関する指標の値（例えば脈拍数）の特徴が考慮されないのに対して、図 18 のように説明変数として脈波の差分を含む場合には、被検者ごとの個々の脈波に関する指標の値の特徴が、食後の血糖値の推定結果に反映されるためである。例えば、被検者の 1 分間の脈拍数が、人の平均の 1 分間の脈拍数と比較して 30% 高いとする。このような被検者の食後の血糖値を推定するに際し、説明変数として脈波の差分を含まない場合には、被検者の脈拍数が、もともと平均よりも高いという特徴が反映されずに、食後の血糖値が推定される。そのため、推定される食後の血糖値が、被検者の正確な食後の血糖値からずれる場合がある。これに対し、説明変数として脈波の差分を含む場合には、被検者のもとの脈拍数がどの程度であるかにかかわらず、被検者の脈拍数の変化に基づいて、食後の血糖値を推定することができる。つまり、この場合、被検者の脈拍数の特徴を反映させて、食後の血糖値を推定することができる。そのため、本実施形態に係る電子機器 100 によれば、個々の被検者に応じた食後の血糖値を、より正確に推定しやすくなる。

20

30

【0104】

電子機器 100 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 100 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。

【0105】

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。

40

【0106】

食事の内容は、例えば複数に分類されていてよい。例えば、食事の内容は、麺類、定食、丼物等のカテゴリー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 100 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。

【0107】

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

50

定のフローの一例について説明する。図19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。

【0108】

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S301)。

【0109】

電子機器100は、被検者による入力部141の操作に基づいて、食事の内容の入力をする(ステップS302)。電子機器100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100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100は、被検者に入力部141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100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100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。

10

【0110】

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S303)。

【0111】

そして、電子機器100は、被検者が食事をした後、被検者による操作に基づいて、被検者の食後の脈波を測定する(ステップS304)。

20

【0112】

電子機器100は、測定した食後の脈波を解析する(ステップS305)。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。

【0113】

電子機器100は、ステップS302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S306)。電子機器100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。

30

【0114】

また、電子機器100は、食前の脈波と食後の脈波との差分を算出する(ステップS307)。例えば、電子機器100は、食前及び食後の脈拍数を算出し、算出した食前及び食後の脈拍数の差を算出する。

【0115】

電子機器100は、ステップS301で入力を受け付けた被検者の年齢と、ステップS305で解析した食後の脈波に関する立上り指標S1、AI及び脈拍数PRと、ステップS307で算出した脈波の差分とを、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S308)。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。

40

【0116】

食前の血糖値から食後の血糖値への変化は、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。

【0117】

(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

50

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。

【0118】

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。

【0119】

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。

10

【0120】

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。

20

【0121】

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）。

【0122】

また、脈波計により測定された、食後の被験者の脈波に関する情報と、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とが、推定式作成装置に入力される（ステップS402）。ステップS401又はステップ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。

【0123】

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。

30

【0124】

推定式の算出において、推定式作成装置は、入力された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、食後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。

40

【0125】

また、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と食後の脈波との差分を算出する（ステップS405）。例えば、ステップS405において、推定式作成装置は、食前及び食後の脈拍数を算出し、食後の脈拍数から食前の脈拍数の差を取ることにより、脈拍数の変化量を算出する。

【0126】

そして、推定式作成装置は、回帰分析を実行する（ステップS406）。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で解析された食後の

50

脈波の立上り指標 S 1、A I 及び脈拍数 P R と、ステップ S 4 0 5 で算出された脈波の差分とである。なお、推定式作成装置がステップ S 1 0 5 で F F T 解析を行う場合、説明変数は、例えば F F T 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。

【 0 1 2 7 】

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 S 4 0 7 ）。

【 0 1 2 8 】

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 2 1 は、例えば図 2 0 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。

10

【 0 1 2 9 】

まず、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 5 0 1 ）。

【 0 1 3 0 】

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 5 0 2 ）。

【 0 1 3 1 】

そして、電子機器 1 0 0 は、被検者が食事をした後、被検者による操作に基づいて、被検者の食後の脈波を測定する（ステップ S 5 0 3 ）。

【 0 1 3 2 】

20

電子機器 1 0 0 は、測定した食後の脈波を解析する（ステップ S 5 0 4 ）。具体的には、電子機器 1 0 0 は、例えば測定した食後の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。

【 0 1 3 3 】

また、電子機器 1 0 0 は、食前の脈波と食後の脈波との差分を算出する（ステップ S 5 0 5 ）。例えば、電子機器 1 0 0 は、ステップ S 5 0 5 において、食前及び食後の脈拍数を算出し、算出した食前及び食後の脈拍数の差を算出する。

【 0 1 3 4 】

電子機器 1 0 0 は、ステップ S 5 0 1 で入力を受け付けた被検者の年齢と、ステップ S 5 0 4 で解析した食後の脈波に関する立上り指標 S 1、A I 及び脈拍数 P R と、ステップ S 5 0 5 で算出した脈波の差分とを、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 S 5 0 6 ）。推定された食後の脂質値は、例えば電子機器 1 0 0 の報知部 1 4 7 から被検者に報知される。

30

【 0 1 3 5 】

このように、本実施形態に係る電子機器 1 0 0 によれば、脈波の差分と、被検者の食後の脈波とに基づいて、被検者の食後の脂質値を推定できる。そのため、電子機器 1 0 0 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 1 0 0 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。また、電子機器 1 0 0 によれば、被検者の脈拍数の特徴を反映させて、食後の脂質値を推定することができる。そのため、本実施形態に係る電子機器 1 0 0 によれば、個々の被検者に応じた食後の脂質値を、より正確に推定しやすくなる。

40

【 0 1 3 6 】

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。

【 0 1 3 7 】

上記実施形態では、血糖値及び脂質値の推定を電子機器 1 0 0 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 1 0 0 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 1 0 0 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。

50

【0138】

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で保存できるように、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。

10

【0139】

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。

20

【0140】

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。

【0141】

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。

30

【0142】

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、ET（Ejection Time：駆出時間）、又は、心室の駆出しからDW（Dicrotic Wave：重拍波）までの時間DWt等を含んでよい。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。

40

【0143】

上記実施形態において、推定式は、被験者の食前及び食後の脈波並びに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、被検者自身の食前及び食後の脈波並びに被験者の食後の血糖値又は脂質値を用いて作成される。

50

【 0 1 4 4 】

上記実施形態において、制御部 1 4 3 は、センサ部 1 3 0 が取得した被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、被検者の食後の血糖値又は脂質値を推定すると説明した。しかしながら、制御部 1 4 3 は、必ずしも、被検者の食前の脈波と食後の脈波との差分に基づいて、被検者の食後の血糖値又は脂質値を推定しなくてもよい。例えば、制御部 1 4 3 は、被検者の食前の脈波と所定のタイミングの脈波との差分に基づいて、被検者の当該所定のタイミングにおける血糖値又は脂質値を推定してもよい。所定のタイミングは、任意に定められてよい。所定のタイミングは、例えば、血糖値又は脂質値の変化が、食前と比較して大きくなるタイミングであってよい。

【 符号の説明 】

10

【 0 1 4 5 】

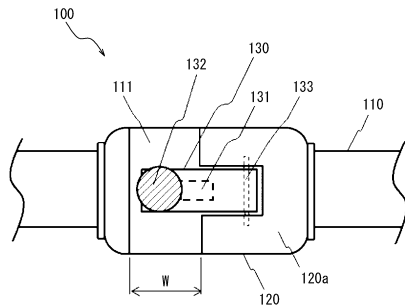
- 1 0 0 電子機器
- 1 1 0、2 1 0 装着部
- 1 1 1、2 2 5 開口部
- 1 2 0、2 2 0 測定部
- 1 2 0 a 裏面
- 1 2 0 b 表面
- 1 3 0 センサ部
- 1 3 1 角速度センサ
- 1 3 2 脈あて部
- 1 3 3、2 2 4 軸部
- 1 3 4 第 1 のアーム
- 1 3 5 第 2 のアーム
- 1 4 0 弾性体
- 1 4 1 入力部
- 1 4 3 制御部
- 1 4 4 電源部
- 1 4 5 記憶部
- 1 4 6 通信部
- 1 4 7 報知部
- 1 5 0 携帯端末
- 1 5 1 情報処理装置
- 2 1 1 基部
- 2 1 2 固定部
- 2 2 1 本体部
- 2 2 2 外装部
- 2 2 2 a 接触面
- 2 2 2 b 面
- 2 2 2 c 切り欠き
- 2 2 2 d 端部
- 2 2 3 結合部

20

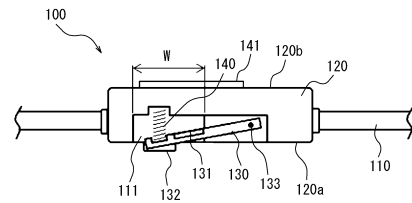
30

40

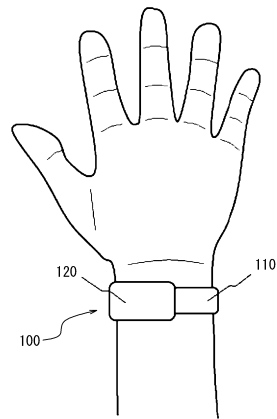
【図 1】



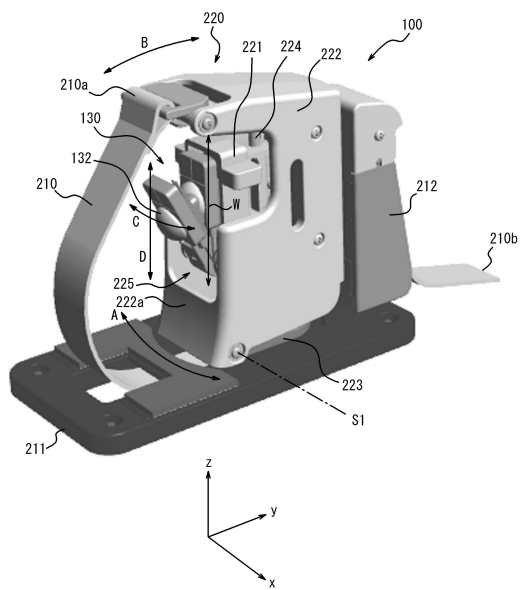
【図 2】



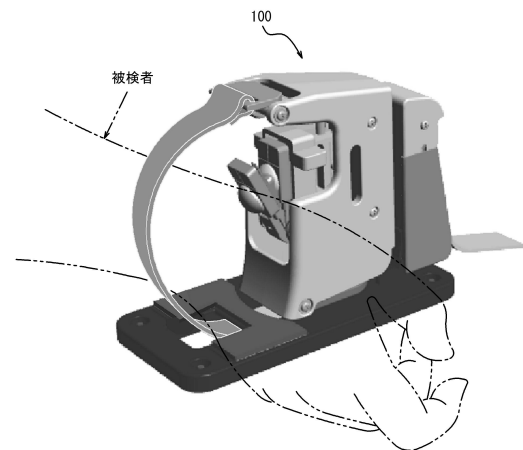
【図 3】



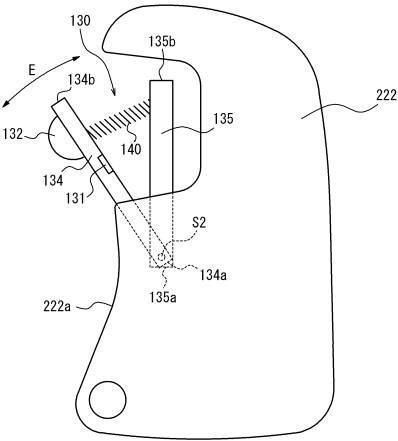
【図 4】



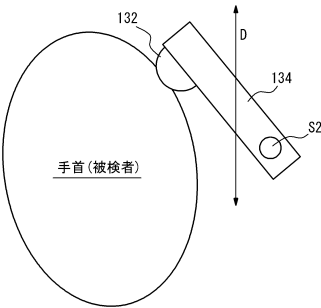
【図 5】



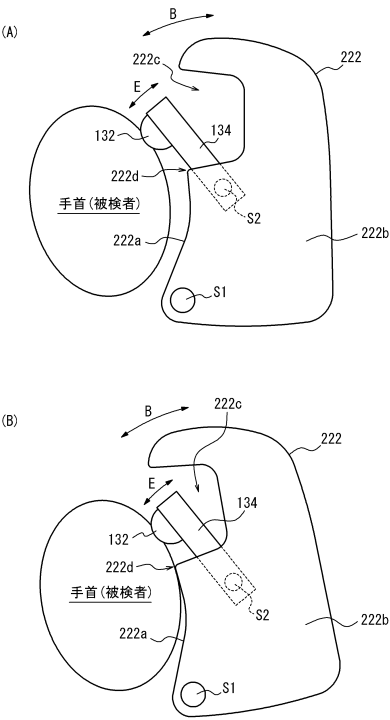
【図 6】



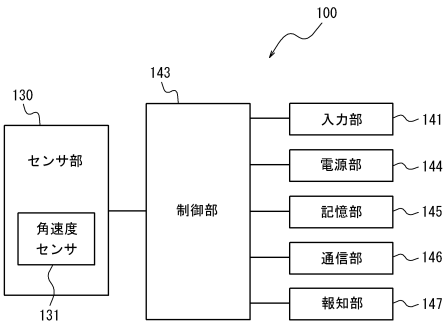
【図 7】



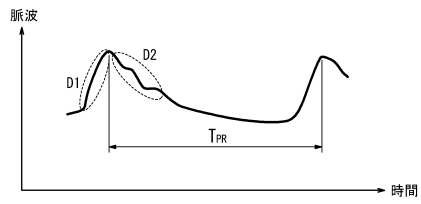
【図 8】



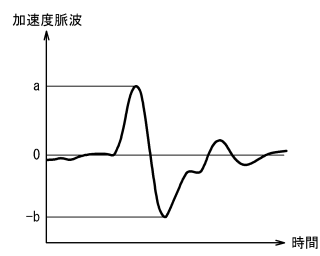
【図 9】



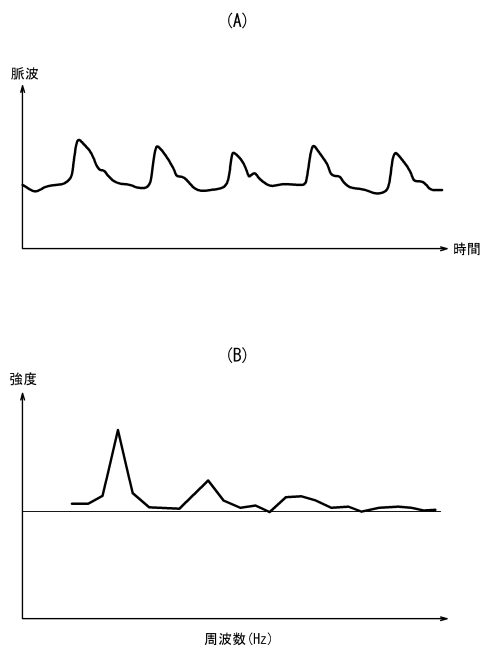
【図 10】



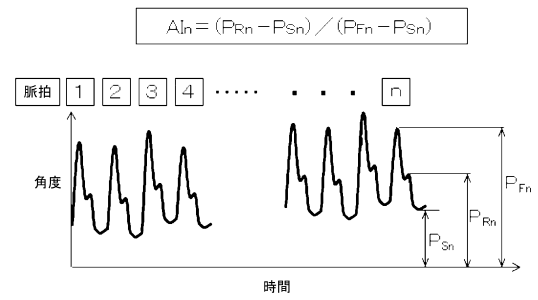
【図 11】



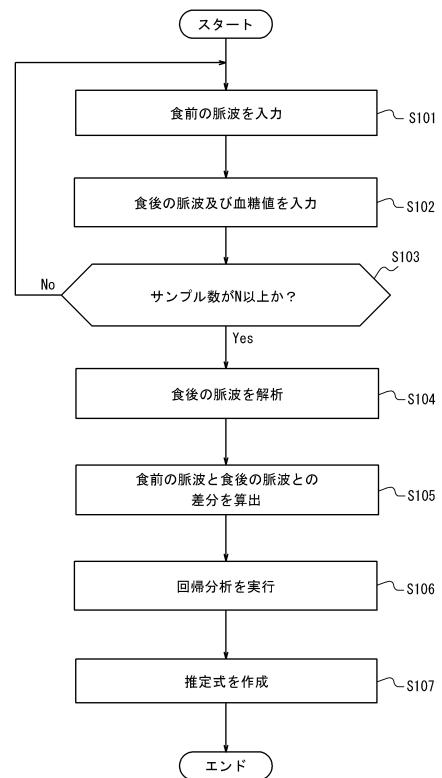
【図 13】



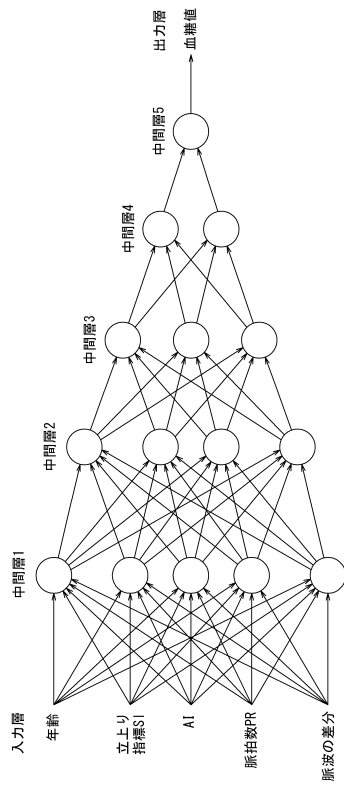
【図 12】



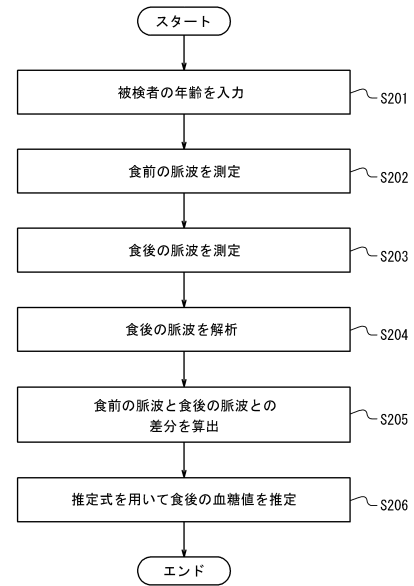
【図 14】



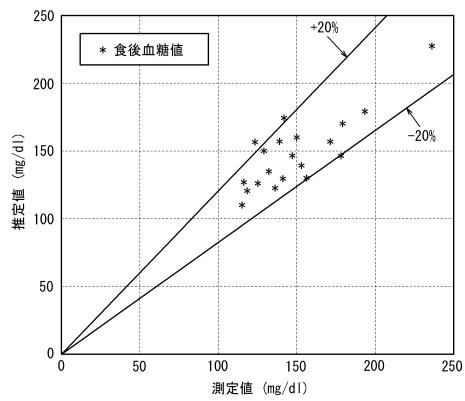
【図 15】



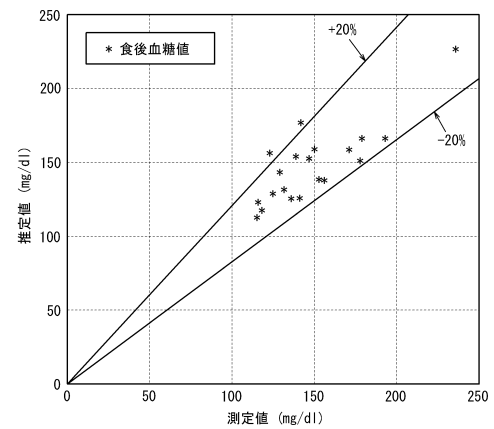
【図 16】



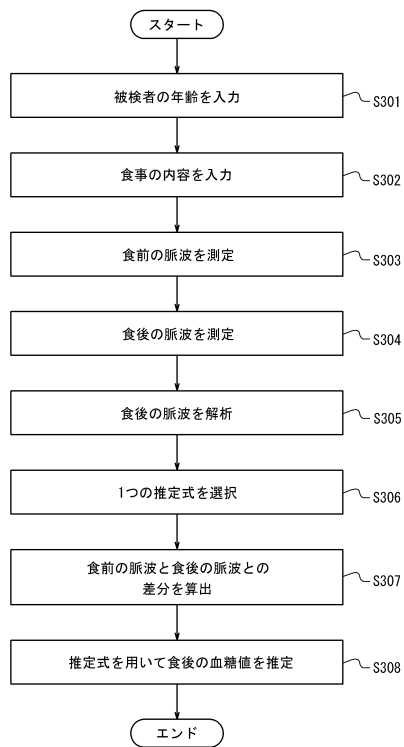
【図 17】



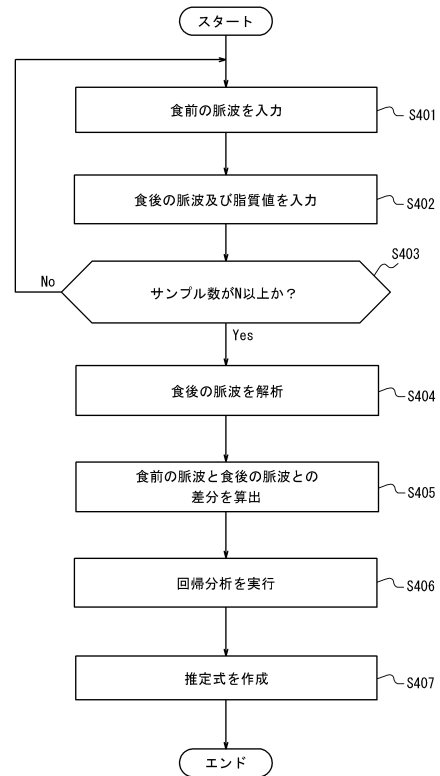
【図 18】



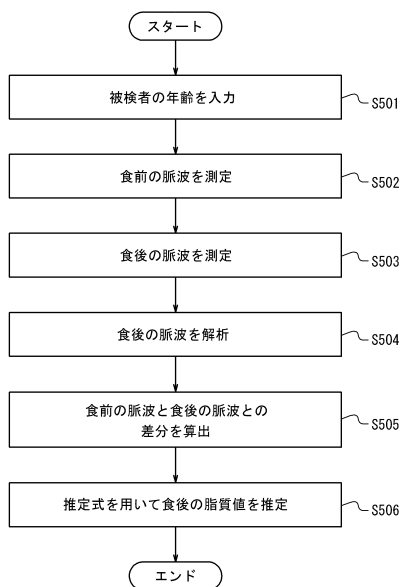
【図 19】



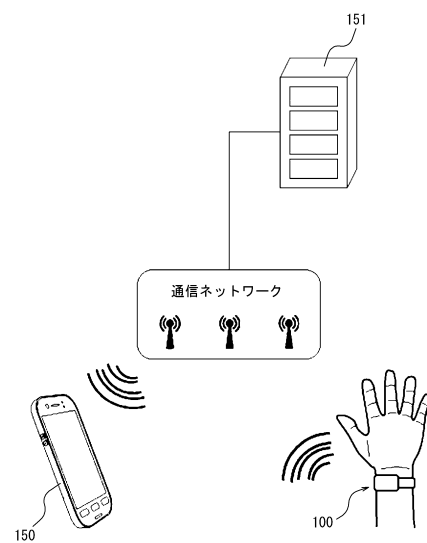
【図 20】



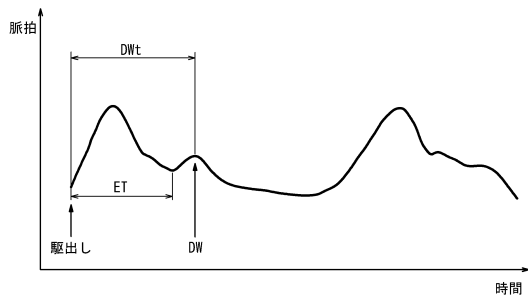
【図 21】



【図 22】



【図 23】



フロントページの続き

審査官 山口 裕之

(56)参考文献 国際公開第2017/175608(WO,A1)
特開2011-065539(JP,A)
国際公開第2016/174839(WO,A1)
国際公開第2018/003491(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
A61B 5/02
A61B 5/00