

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-23459

(P2018-23459A)

(43) 公開日 平成30年2月15日(2018.2.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/00 (2006.01)	A 6 1 B 5/00 C	2 F 1 0 1
G 0 4 C 3/00 (2006.01)	G 0 4 C 3/00 B	4 C 0 1 7
A 6 1 B 5/01 (2006.01)	A 6 1 B 5/00 1 0 1 F	4 C 1 1 7
A 6 1 B 5/0245 (2006.01)	A 6 1 B 5/02 7 1 0 B	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2016-155842 (P2016-155842)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成28年8月8日 (2016.8.8)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区新宿四丁目1番6号
		(74) 代理人	100124682
			弁理士 黒田 泰
		(74) 代理人	100104710
			弁理士 竹腰 昇
		(74) 代理人	100090479
			弁理士 井上 一
		(72) 発明者	池田 陽
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	清水 興子
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

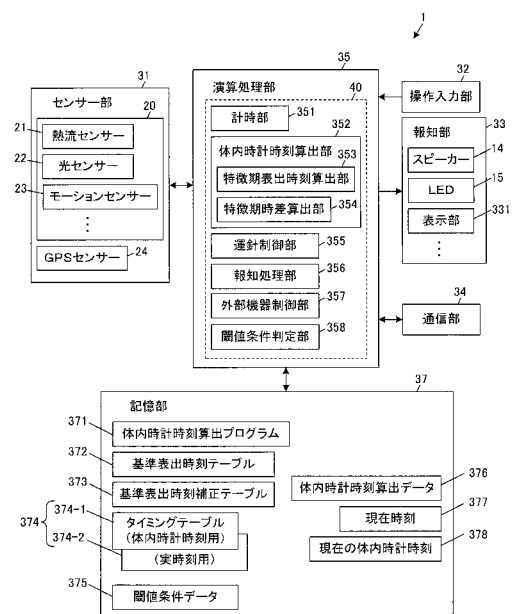
(54) 【発明の名称】 体内時計時刻算出装置および体内時計時刻算出方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】体温や血圧、身体活動量といった生体情報を継続的に計測し、日周期の生体リズムを刻む体内時計時刻を算出する技術を提供する。

【解決手段】日周期で変化する生体情報を測定する測定部31と、前記測定部の測定結果に基づいて体内時計時刻を算出する演算処理部35と、を備える体内時計時刻算出装置である。日周期で変化する生体情報を測定することと、前記測定結果に基づいて体内時計時刻を算出することと、を含む体内時計時刻算出方法を構成する。

【選択図】図8



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

日周期で変化する生体情報を測定する測定部と、
前記測定部の測定結果に基づいて体内時計時刻を算出する演算処理部と、
を備える体内時計時刻算出装置。

【請求項 2】

日周期で変化する生体情報を測定する測定部の測定結果を入力する入力部と、
前記測定結果に基づいて体内時計時刻を算出する演算処理部と、
を備える体内時計時刻算出装置。

【請求項 3】

10

前記演算処理部は、前記生体情報の特徴期が表出する基準時刻である基準表出時刻を設定し、前記測定部により測定された前記生体情報の時系列変化から判定される前記特徴期の表出時刻と、前記基準表出時刻との時差に基づいて、前記体内時計時刻を算出する、
請求項 1 又は 2 に記載の体内時計時刻算出装置。

【請求項 4】

前記演算処理部は、測定対象者の身体プロフィール、測定対象者の居住地域、および当該居住地域における時候のうちの何れかに基づいて前記基準表出時刻を設定する、
請求項 3 に記載の体内時計時刻算出装置。

【請求項 5】

前記演算処理部は、前記体内時計時刻、および、前記体内時計時刻と現在時刻との時差、の何れかを報知する第 1 の報知処理を行う、
請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の体内時計時刻算出装置。

20

【請求項 6】

前記演算処理部は、前記体内時計時刻を用いて、測定対象者の生体リズムに係る第 2 の報知処理を行う、
請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の体内時計時刻算出装置。

【請求項 7】

前記演算処理部は、前記体内時計時刻と現在時刻との時差が所定の閾値条件を満たす場合に第 3 の報知処理を行う、
請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載の体内時計時刻算出装置。

30

【請求項 8】

前記演算処理部は、生活家電製品および外部電子機器の何れかに、前記体内時計時刻に基づく所与の制御信号を送信する第 1 の外部機器制御処理を行う、
請求項 1 ~ 7 の何れか一項に記載の体内時計時刻算出装置。

【請求項 9】

前記演算処理部は、前記体内時計時刻と現在時刻との時差が所定の閾値条件を満たす場合に、生活家電製品および外部電子機器の何れかに所与の制御信号を送信する第 2 の外部機器制御処理を行う、
請求項 1 ~ 8 の何れか一項に記載の体内時計時刻算出装置。

【請求項 10】

40

前記生体情報は、体温、血圧、動脈血酸素飽和度、および脈拍数のうちの何れか 1 つを含む、
請求項 1 ~ 9 の何れか一項に記載の体内時計時刻算出装置。

【請求項 11】

前記測定部は、複数種類の生体情報を測定し、
前記演算処理部は、前記複数種類の生体情報の測定結果から特定の生体情報を推定し、
前記特定の生体情報に基づいて前記体内時計時刻を算出する、
請求項 1 ~ 10 の何れか一項に記載の体内時計時刻算出装置。

【請求項 12】

現在時刻を示す第 1 の指針と、

50

前記体内時計時刻を示す第２の指針と、
前記第１の指針および第２の指針の運針制御を行う運針制御部と、
を更に備える請求項１～１１の何れか一項に記載の体内時計時刻算出装置。

【請求項１３】

日周期で変化する生体情報を測定することと、
前記測定結果に基づいて体内時計時刻を算出することと、
を含む体内時計時刻算出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

10

本発明は、体内時計時刻を算出する体内時計時刻算出装置および体内時計時刻算出方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

近年、体温や血圧、身体活動量といった生体情報を継続的に計測し、健康管理等に活用しようとする試みが盛んである。生体情報は、日単位や月単位、年単位等の所定周期で変動することが知られている。このような生体情報の周期変動は生体リズムによって発現することが知られており、従来から、生体リズムを測定して表示し、あるいは生体リズムを評価する等、生体リズムを把握するための様々な技術が開示されている（例えば特許文献１，２，３を参照）。生体リズムは、主として体内時計（生物時計とも呼ばれる）によって調整され、生体の活動状況や健康状態と密接に関係することから、これを把握することは、健康管理等において重要な意義がある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２０１０－１５８２６７号公報

【特許文献２】特開２０１４－１６８４９２号公報

【特許文献３】特開平５－３８７８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【０００４】

しかし、特許文献１～３等の従来の技術では、生体リズムを把握することはできても、その生体リズムを刻んでいる体内時計の時刻を知ることができなかった。そこで本発明は、日周期の生体リズムを刻む体内時計時刻を算出する技術の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

上記課題を解決するための第１の発明は、日周期で変化する生体情報を測定する測定部と、前記測定部の測定結果に基づいて体内時計時刻を算出する演算処理部と、を備える体内時計時刻算出装置である。

【０００６】

40

また、第２の発明として、日周期で変化する生体情報を測定する測定部の測定結果を入力する入力部と、前記測定結果に基づいて体内時計時刻を算出する演算処理部と、を備える体内時計時刻算出装置を構成してもよい。

【０００７】

また、他の発明として、日周期で変化する生体情報を測定することと、前記測定結果に基づいて体内時計時刻を算出することと、を含む体内時計時刻算出方法を構成してもよい。

【０００８】

第１の発明等によれば、日周期で変化する生体情報を測定し、又は測定結果を入力して用い、日単位の生体情報の周期変化から体内時計時刻を算出することができる。

50

【 0 0 0 9 】

また、第 3 の発明として、前記演算処理部は、前記生体情報の特徴期が表出する基準時刻である基準表出時刻を設定し、前記測定部により測定された前記生体情報の時系列変化から判定される前記特徴期の表出時刻と、前記基準表出時刻との時差に基づいて、前記体内時計時刻を算出する、第 1 又は第 2 の発明の体内時計時刻算出装置を構成してもよい。

【 0 0 1 0 】

第 3 の発明によれば、生体情報の特徴期に係る基準表出時刻と、当該生体情報の測定結果から得た特徴期の表出時刻との時差から体内時計時刻を算出することができる。

【 0 0 1 1 】

また、第 4 の発明として、前記演算処理部は、測定対象者の身体プロフィール、測定対象者の居住地域、および当該居住地域における時候のうちの何れかに基づいて前記基準表出時刻を設定する、第 3 の発明の体内時計時刻算出装置を構成してもよい。

10

【 0 0 1 2 】

第 4 の発明によれば、測定対象者の身体プロフィール、測定対象者の居住地域、および当該居住地域における時候のうちの何れかに応じた基準表出時刻を用いて体内時計時刻を算出することができる。

【 0 0 1 3 】

また、第 5 の発明として、前記演算処理部は、前記体内時計時刻、および、前記体内時計時刻と現在時刻との時差、の何れかを報知する第 1 の報知処理を行う、第 1 ~ 第 4 の何れかの発明の体内時計時刻算出装置を構成してもよい。

20

【 0 0 1 4 】

第 5 の発明によれば、体内時計時刻を報知し、あるいは体内時計時刻と現在時刻との時差を報知することができる。

【 0 0 1 5 】

また、第 6 の発明として、前記演算処理部は、前記体内時計時刻を用いて、測定対象者の生体リズムに係る第 2 の報知処理を行う、第 1 ~ 第 5 の何れかの発明の体内時計時刻算出装置を構成してもよい。

【 0 0 1 6 】

第 6 の発明によれば、測定対象者の生体リズムに係る報知を行うことができる。

【 0 0 1 7 】

また、第 7 の発明として、前記演算処理部は、前記体内時計時刻と現在時刻との時差が所定の閾値条件を満たす場合に第 3 の報知処理を行う、第 1 ~ 第 6 の何れかの発明の体内時計時刻算出装置を構成してもよい。

30

【 0 0 1 8 】

第 7 の発明によれば、体内時計時刻と現在時刻との時差に応じた報知を行うことができる。

【 0 0 1 9 】

また、第 8 の発明として、前記演算処理部は、生活家電製品および外部電子機器の何れかに、前記体内時計時刻に基づく所与の制御信号を送信する第 1 の外部機器制御処理を行う、第 1 ~ 第 7 の何れかの発明の体内時計時刻算出装置を構成してもよい。

40

【 0 0 2 0 】

第 8 の発明によれば、体内時計時刻に基づいて、生活家電製品および外部電子機器の何れかを制御することができる。

【 0 0 2 1 】

また、第 9 の発明として、前記演算処理部は、前記体内時計時刻と現在時刻との時差が所定の閾値条件を満たす場合に、生活家電製品および外部電子機器の何れかに所与の制御信号を送信する第 2 の外部機器制御処理を行う、第 1 ~ 第 8 の何れかの発明の体内時計時刻算出装置を構成してもよい。

【 0 0 2 2 】

第 9 の発明によれば、体内時計時刻と現在時刻との時差に応じて、生活家電製品および

50

外部電子機器の何れかを制御することができる。

【0023】

また、第10の発明として、前記生体情報は、体温、血圧、動脈血酸素飽和度、および脈拍数のうちの何れか1つを含む、第1～第9の何れかの発明の体内時計時刻算出装置を構成してもよい。

【0024】

第10の発明によれば、体温、血圧、動脈血酸素飽和度、および脈拍数のうちの何れか1つを用いて体内時計時刻を算出することができる。

【0025】

また、第11の発明として、前記測定部は、複数種類の生体情報を測定し、前記演算処理部は、前記複数種類の生体情報の測定結果から特定の生体情報を推定し、前記特定の生体情報に基づいて前記体内時計時刻を算出する、第1～第10の何れかの発明の体内時計時刻算出装置を構成してもよい。

10

【0026】

第11の発明によれば、複数種類の生体情報から特定の生体情報を推定して用い、体内時計時刻を算出することができる。

【0027】

また、第12の発明として、現在時刻を示す第1の指針と、前記体内時計時刻を示す第2の指針と、前記第1の指針および第2の指針の運針制御を行う運針制御部と、を更に備える第1～第11の何れかの発明の体内時計時刻算出装置を構成してもよい。

20

【0028】

第12の発明によれば、現在時刻を示す第1の指針と、体内時計時刻を示す第2の指針とによって、体内時計時刻を現在時刻とともに表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】電子機器を備えた全体システムの構成例を示す模式図。

【図2】体内時計時刻算出装置を表面側から見た外観図。

【図3】体内時計時刻算出装置を裏面側から見た外観図。

【図4】熱流センサーの平面図。

【図5】図4に示すA-A矢視断面の模式図。

30

【図6】制御基板を模式的に示す平面図である。

【図7】測定した深部温度の時間推移の一例を示す図。

【図8】電子機器の主要な機能構成例を示すブロック図。

【図9】基準表出時刻テーブルのデータ構成例を示す図。

【図10】基準表出時刻補正テーブルのデータ構成例を示す図。

【図11】体内時計時刻用のタイミングテーブルのデータ構成例を示す図。

【図12】電子機器が行う処理の流れを示すフローチャート。

【図13】脈拍数の時間推移の一例を示す図。

【図14】拡張期血圧および収縮期血圧の時間推移の一例を示す図。

【発明を実施するための形態】

40

【0030】

以下、図面を参照して、本発明の好適な実施形態について説明する。なお、以下説明する実施形態によって本発明が限定されるものではなく、本発明を適用可能な形態が以下の実施形態に限定されるものでもない。また、図面の記載において、同一部分には同一の符号を付す。

【0031】

図1は、本実施形態の体内時計時刻算出装置100である電子機器1を備えた全体システムの構成例を示す模式図である。本実施形態の電子機器1は、所定の通信回線N1を介して外部電子機器5や生活家電製品7との間でデータ通信が可能に構成されている。外部電子機器5は、例えば、スマートフォン、携帯電話機、パソコン、タブレット型コンピュ

50

ータ、ゲーム装置等である。また、生活家電製品 7 は、例えば、空調設備、照明機器、調光機器、音響機器、映像機器、調香機器（アロマディフューザー）等である。調光機器は、電動式のカーテンやシャッター等を含む。照明機器が調光機能を備えていてもよい。

【0032】

図 2 および図 3 は、電子機器 1 の構成例を示す外観図であり、図 2 はその表面（測定対象者であるユーザーに装着した時に外向きになる面）を示し、図 3 は裏面（ユーザーに装着したときにユーザーの皮膚に接する面）を示している。本実施形態の電子機器 1 は、現在の体内時計時刻を現在時刻とともに表示する腕時計であり、本体ケース 10 に設けられたバンド 3 をユーザーの手首に巻き付けることで生体表面（手首の皮膚面）に装着・固定される。

10

【0033】

なお、バンド 3 により皮膚面に巻き付ける構成に限らず、皮膚面に着脱自在な粘着シートやジェル等を用い、ユーザーの皮膚面に貼付して装着する構成でもよい。また、電子機器 1 が装着される測定部位は手首に限定されない。測定部位は、例えば、額、頸部、上腕部、足首、胸回り、胴回り、手足の甲等、適宜選択してよい。

【0034】

電子機器 1 は、本体ケース 10 の内部に、現在時刻と体内時計時刻とをアナログ表示するための文字盤 11 を備える。また、本体ケース 10 の外周部には、生体情報の測定開始や当該測定の停止等の各種操作を入力するための操作スイッチ 121、123、現在時刻を手動で調整するためのリユーズ 13、スピーカー 14、LED（Light Emitting Diode）15 等が配設されている。

20

【0035】

文字盤 11 は、その前面において、現在時刻を表示する第 1 の指針 111 と、体内時計時刻を表示する第 2 の指針 114 とを有する。第 1 の指針 111 は、時計 112 および分針 113 からなる二針式として図示しているが、秒針のある三針式であってもよい。第 2 の指針 114 は、本実施形態では時計のみとするが、分針を有する二針式としてもよい。これらの各指針 111、114 は、文字盤 11 の背面側に設けられた図示しないムーブメントによって駆動・運針される。

【0036】

また、文字盤 11 の前面には、生体情報として測定される血圧、動脈血酸素飽和度（SpO₂）、および脈拍数（心拍数）を個別に表示する 3 つの表示計（インダイヤル）115、116、117 が配設されている。血圧を表示する表示計 117 の 2 つの指針は、一方が拡張期血圧（最低血圧）を表示し、他方が収縮期血圧（最高血圧）を表示する。

30

【0037】

なお、文字盤 11 による現在時刻、体内時計時刻、および生体情報の各表示は、指針 111、114 や表示計 115～117 を用いたアナログ表示に限られない。例えば、文字盤 11 にかえてタッチパネル等の表示装置を用い、各表示を行ってもよい。その際、時刻表示は、アナログ表示に限らずデジタル表示であってもよい。また、LED を用いた 7 セグメント表示ディスプレイによって時刻表示を行うのでもよい。

【0038】

この電子機器 1 は、複数のセンサーを適所に配置して有する。例えば、電子機器 1 は、熱流センサー 21 と、光センサー 22 と、モーションセンサー 23 と、GPS センサー 24 とを内蔵している。

40

【0039】

熱流センサー 21 は、電子機器 1 を装着した測定部位（本実施形態では手首）の生体表面と外環境との間の熱伝達によって当該熱流センサー 21 の内部に生じた温度差をもとに、生体表面に生じる熱流を測定する。例えば、熱流センサー 21 は、外形が略円環形状を有し、その一方の端面を形成する保護層 213a が本体ケース 10 の裏面において露出するように配設される。

【0040】

50

図4は、熱流センサー21の平面図であり、図5は、図4に示すA-A矢視断面の模式図である。なお、配線等は図示を省略している。図4および図5に示すように、熱流センサー21は、伝熱層211と、その図5中下側を覆う保護層213aと、上側を覆う保護層213bとが互いに熱拡散層215を介して接着された層構造を有し、伝熱層211の内部に複数(図4では4つ)の検出器217が組み込まれて構成される。

【0041】

検出器217は、装着時に生体表面側となる保護層213aと接するように配置された測温体219aと、この測温体219aと対向する位置で外環境側となる保護層213bと接するように配置された測温体219bとを備え、測温体219aの検出温度を皮膚温度とし、測温体219bの検出温度を伝熱温度として出力する。各測温体219a, 219bによる検出温度の温度差(上下温度差)から、該当する検出器217の位置における熱流束(単位面積当たりの熱流)を測定できる。測温体219a, 219bには、サーミスターや熱電対等を用いることができる。なお、熱流センサー21の構成は2つの測温体を用いた構成に限定されるものではなく、サーモパイルを用いたもの等公知の構成を適宜選択して用いることができる。

10

【0042】

光センサー22は、熱流センサー21の環状内側部分において、本体ケース10の裏面にその発光面が露出するように配設された2つの発光部221, 223と、本体ケース10の裏面にその受光面が露出するように配設された受光部225とを備える。これら発光部221, 223の発光面や受光部225の受光面は、熱流センサー21の環状内側部分を覆う透明なカバーガラス等で保護される。

20

【0043】

発光部221, 223は、所定の波長域内の照射光を照射するLEDやOLED(Organic Light Emitting Diode)、半導体レーザー等の光源を用いて実現できる。照射光の波長域は、測定対象に応じて適宜選択することができる。本実施形態では、例えば、一方の発光部221は波長域660[nm]付近の第1波長の可視光を照射し、他方の発光部223は、波長域880[nm]~940[nm]に属する第2波長の近赤外光を照射する。

【0044】

受光部225は、照射光の透過光や反射光を受光し、受光量に応じた信号を出力する。例えば、フォトダイオード、CCD(Charge Coupled Device)やCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)等で実現できる。

30

【0045】

この光センサー22において何れか一方又は両方の発光部221, 223から照射光を照射し、受光部225の受光結果(受光部225の出力値)を公知の技術を用いて演算処理することにより、光電脈波、容積脈波、脈拍数(心拍数)、血流速、血流量、血液灌流量、血管抵抗、血圧(拡張期血圧/収縮期血圧)、SpO₂(動脈血酸素飽和度)等の生体情報を測定できる。SpO₂は、第1波長および第2波長の照射光を各発光部221, 223から順番に照射して得た受光部225の出力値をもとに、各波長における酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの吸光度を用いて求めることができる。

40

【0046】

なお、熱流センサー21や光センサー22は、電子機器1の装着時に生体表面と接触し易いように、熱流センサー21の保護層213aおよび光センサー22を覆う上記カバーガラスの部分を本体ケース10の裏面から出っ張らせて配置するとよい。接触性を高めることで、測定精度の低下防止が図れる。

【0047】

モーションセンサー23は、ユーザーの運動を測定するためのものであり、例えば、加速度(3軸)、角速度(3軸)、および地磁気(3軸)を検出する9軸センサーで実現できる。このモーションセンサー23の加速度、角速度、および地磁気の各出力値を公知の技術を用いて演算処理することで、ユーザーの身体活動量、歩数、移動距離、速度、例え

50

ば「立位」「座位」「腹臥位」といった姿勢、「歩行」「走行」「階段昇降」といった運動（行動）の種類等の情報を測定できる。

【0048】

G P S センサー 2 4 は、測位用衛星の一種である G P S 衛星から送信される G P S 衛星信号を受信し、受信した G P S 衛星信号を利用してユーザーの位置等を検出するセンサーである。本実施形態では、この G P S センサー 2 4 の検出結果から、ユーザーの居住地域を設定する。なお、G P S を利用してユーザーの位置等を検出する手法については公知であるため、詳細な説明は省略する。

【0049】

また、電子機器 1 は、本体ケース 1 0 に内蔵された制御基板 2 9 を備える。この制御基板 2 9 は、文字盤 1 1 の裏面側のスペースに收容される。図 6 は、制御基板 2 9 を模式的に示す平面図である。制御基板 2 9 には、C P U (Central Processing Unit) 2 9 1、I C (Integrated Circuit) メモリーやハードディスク等の記憶媒体 2 9 3、無線通信モジュール 2 9 5 等の電子部品が搭載される。その他にも、A S I C (Application Specific Integrated Circuit) や、各種集積回路等の必要な電子部品を搭載することができ、センサー 2 1 ~ 2 4 を駆動制御する I C や回路等が適宜搭載される。電子機器 1 は、C P U 2 9 1 が記憶媒体 2 9 3 に格納されているプログラムを実行することによって、体内時計時刻の算出に必要な処理を行う。

【0050】

[原理]

本実施形態では、サーカディアンリズム（日周期の生体リズム；以下、単に「生体リズム」という）によって周期的に変動する生体情報の一例として、測定部位（本実施形態では手首）の深部温度（体温）を例示する。深部温度は、熱流センサー 2 1 によって得られた生体表面の熱流および皮膚温度から、熱伝導方程式に基づく関係式により測定（算出）することができる。深部温度の測定は、連続的に行う。

【0051】

図 7 は、測定した深部温度の時間推移例を示す図であり、午前 6 : 0 0 に測定を開始して翌日の午前 1 : 0 0 に測定を終了するまでに得られた測定値をプロットして示している。図 7 に示すように、深部温度は、日周期で周期変動を繰り返す。具体的には、深部温度は、午前中から午後にかけて上昇し、夕方から夜間の時間帯で最大となる。その後、翌朝にかけて下降する。

【0052】

1. 体内時計時刻の算出

以下、現在時刻（実時刻）が深部温度測定を終了した午前 1 : 0 0 であるとして、体内時計時刻の算出を説明する。はじめに、測定した深部温度の時系列変化から特徴期の表出時刻を算出する。そのために先ず、深部温度の時間変化を近似する、深部温度の 1 周期分（例えば 2 4 時間）の生体リズム曲線 L 1 の関数式を、深部温度の測定値から算出する。図 7 では、前日の午前 6 : 0 0 から現在時刻である午前 1 : 0 0 までの測定値を用いて算出した 1 周期分の生体リズム曲線 L 1 を示している。

【0053】

具体的な生体リズム曲線 L 1 の算出手法としては、例えば、コサイナー法を用いることができる。ここでは、生体リズムが 1 周期 2 4 時間の三角関数で表されると仮定し、測定値を最小二乗法によってフィッティングする。生体リズム曲線 L 1 の関数式 Y を次式（1）に示す。式（1）において、M は平均値、A は振幅、 ω は角周波数、t は時間、 ϕ は頂点位相である。なお、コサイナー法を用いた手法に限らず、別の周期関数を用いてフィッティングを行ってもよい。

【数 1】

$$Y = M + A \cdot \cos(\omega t - \phi) \quad \cdots (1)$$

【0054】

10

20

30

40

50

ここで、生体リズムの特徴期の１つに、頂点位相がある。この頂点位相の時刻を頂点位相時刻と呼ぶ。本実施形態では、深部温度の測定値から求めた生体リズム曲線 L 1 における頂点位相の表出時刻（１日の最高体温時の時刻；以下、「特徴期表出時刻」という） τ を算出することで、頂点位相時刻を特定する。図 7 の例では、式（１）の頂点位相 ϕ を時刻に換算すると、特徴期表出時刻 τ は午後 20 : 45 である。換算式を次式（２）に示す。

【数 2】

$$\tau = \phi \cdot \frac{24}{2\pi} \quad \dots(2)$$

10

【0055】

なお、特徴期は、上記した頂点位相に限定されない。例えば、１周期分の生体リズム曲線において時間変化量の大きい時刻を特徴期として用いてもよい。この場合には、測定値の時間微分値や単位時間毎の差分値等を求め、その値が最大となる時刻又は最小となる時刻を特徴期表出時刻として算出する。

【0056】

また、これら複数の特徴期から、体内時計時刻の算出に適した特徴期を選択する構成としてもよい。算出に適した特徴期は、例えば、測定する生体情報の種類に応じて選択する他、ユーザーによる電子機器 1 の使用態様等に応じて選択することができる。すなわち、電子機器 1 は日中使用するのが一般的であり、就寝時等の夜間はユーザーから外されて測定が停止される使用態様も考えられる。一方で、生体情報として深部温度を測定する場合、頂点位相時刻は通常夜間の時間帯であることから、前述のような使用態様では、特徴期表出時刻の測定値が得られない事態が生じる。この場合は、頂点位相時刻よりも、測定値が得られている日中の時間帯で時間変化量に基づき算出した特徴期表出時刻を用いた方が、体内時計時刻の算出精度を向上し得る。

20

【0057】

特徴期表出時刻 τ を算出したならば、頂点位相の基準表出時刻（以下、「特徴期基準表出時刻」という） τ_0 との時差（以下、「特徴期時差」という） Δt を算出する。特徴期時差 $\Delta \tau$ は、次式（３）で表される。

30

【数 3】

$$\Delta \tau = \tau_0 - \tau \quad \dots(3)$$

【0058】

特徴期基準表出時刻 τ_0 は、例えば、健康な人（標本者）を対象に深部温度を測定し、特徴期表出時刻を収集して予め設定しておく。より詳細には、特徴期基準表出時刻 τ_0 は、性別や年齢等の身体プロフィールを区分した身体プロフィール区分毎に用意される。本実施形態では、性別は男女別に区分し、年齢についてはそのとり得る値を段階的に区切って区分する。そして、各身体プロフィールに係る区分の全通りの組合せの各々を１つの身体プロフィール区分として、身体プロフィール区分毎に特徴期基準表出時刻 τ_0 を設定しておく（図 9 の基準表出時刻テーブル 372 を参照）。なお、性別や年齢以外にも、例えば、身長や体重等の身体プロフィールをさらに用いて身体プロフィール区分を細分化してもよい。また、特徴期基準表出時刻 τ_0 は、手首だけでなく、想定される各測定部位について設定される。

40

【0059】

そして、特徴期時差 $\Delta \tau$ を算出する際には、ユーザーの身体プロフィールおよび測定部位（手首）に応じた特徴期基準表出時刻 τ_0 を基準表出時刻テーブル 372 から読み出し、ユーザーの居住地に基づき補正した上で用いる。特徴期基準表出時刻 τ_0 は、身体プロフィールや測定部位によって異なり、居住地によって変動するためである。

【0060】

50

例えば、若齢者と高齢者とでは、日単位でみた深部温度の最大値や最小値が異なることが知られており、特徴期の表出する時間帯も年齢によって変わる。性別や測定部位も同様である。そこで、特徴期基準表出時刻 τ_0 の設定にあたっては、身体プロフィールが異なる標本者を集めて測定部位毎に深部温度を測定し、その1周期分の生体リズム曲線から特徴期表出時刻を収集する。そして、収集した特徴期表出時刻を該当する標本者の身体プロフィールに応じた身体プロフィール区分に仕分けし、測定部位毎に例えば平均値や中央値を求めて各々の特徴期基準表出時刻 τ_0 とする。

【0061】

一方で、頂点位相時刻は、日照時間の影響を受けて変動する。具体的には、日照時間が短いほど活動時間は短く、睡眠時間は長くなる。これは、メラトニンの分泌量が日照時間に左右されるためと考えられている。日照時間は、ユーザーの居住地域と、当該居住地域における時候（例えば四季）とから特定できる。日照時間は、平野部では長く、山岳部では短い。そして、日照時間は、夏は長く、冬は短いためである。そこで、本実施形態では、ユーザーの居住地域として想定されるエリア毎に、各季節に係る特徴期基準表出時刻 τ_0 の補正値を予め設定しておく（図10の基準表出時刻補正テーブル373を参照）。補正値は、該当するエリアにおける該当する季節の日照時間に基づき定められる。これによれば、ユーザーが日照時間の異なる地域に移動した場合であっても、精度良く体内時計時刻を算出できる。

【0062】

さて、式(3)に従い特徴期時差 $\Delta\tau$ を算出したならば、算出した特徴期時差 $\Delta\tau$ と、現在時刻とから体内時計時刻（サーカディアン・クロック・タイム） T_{cir} を算出する。例えば、特徴期基準表出時刻 τ_0 が午後22:45であったとする。この場合、図7の例では、特徴期表出時刻 τ は午後20:45であるから、ユーザーの現在の体内時計時刻は2時間進んでいることになる。したがって、体内時計時刻 T_{cir} を、現在時刻 T の午前1:00から2時間進めて当日の午前3:00として算出する。また、図示しないが、特徴期表出時刻 τ が午前0:45の場合であれば、ユーザーの現在の体内時計時刻は2時間遅れていることになる。この場合は、体内時計時刻 T_{cir} を、現在時刻 T の午前1:00から2時間遡って前日の午後11:00として算出する。体内時計時刻 T_{cir} は、次式(4)で表される。

【数4】

$$T_{cir} = T + \Delta\tau \quad \cdots(4)$$

【0063】

2. 報知処理

電子機器1は、体内時計時刻に基づく各種報知を行う。報知は、ユーザー（測定対象者）に対して行う報知の他、例えば、測定対象者が入院患者や要介護者の場合の医療従事者や介護従事者向けの報知、測定対象者が児童である場合の保護者向けの報知等、ユーザー以外の人向けの報知を含む。

【0064】

(1) 第1の報知処理

第1の報知処理は、体内時計時刻を報知し、体内時計時刻と現在時刻との時差（つまり特徴期時差 $\Delta\tau$ ）を報知する報知処理である。本実施形態では、文字盤11上での第2の指針114による体内時計時刻表示を第1の報知処理として行う。すなわち、第1の報知処理は、第2の指針114の運針制御によって実現される。そして、文字盤11上では第1の指針111による現在時刻表示も行われることから、各時刻表示によって、体内時計時刻と現在時刻との時差も報知されることとなる。したがって、ユーザーは、文字盤11をみれば、体内時計時刻や、体内時計時刻と現在時刻との時差を容易に確認でき、現在の体内時計の状態を直観的に把握できる。

【0065】

なお、タッチパネル等の表示装置を用いて各時刻をデジタル表示する場合には、各時刻

表示と併せてそれらの時差を表示し、第 1 の報知処理を行う。あるいは、ユーザーの操作入力に応じて、体内時計時刻の表示と時差の表示とを切り替えて何れか一方を表示するとしてもよい。

【0066】

(2) 第 2 の報知処理

第 2 の報知処理は、体内時計時刻を用いて、ユーザーの生体リズムに係る報知を行う報知処理である。

【0067】

生体リズムに則った規則正しい生活は、健康管理において重要である。例えば、入浴や睡眠に着目すると、頂点位相時刻である 1 日の最高体温時刻（つまり特徴期表出時刻 τ ）の前後で入浴して放熱を促し、その後しばらくして就寝するのがよいとされている。ここで、本実施形態では、特徴期表出時刻 τ の体内時計時刻（特徴期基準表出時刻 τ_0 に一致し、図 7 の例では午後 22 : 45）を基準として体内時計時刻を算出することから、体内時計時刻が午後 22 : 45 の時点で深部温度は最大となる。したがって、ユーザーの生体リズムにあっては、体内時刻時計が午後 22 : 45 となる実時刻を目安にして入浴し就寝するのがよいと言える。しかし、体内時刻時計が午後 22 : 45 となる実時刻には個人差があり、ユーザーによって異なる。

【0068】

そこで、本実施形態では、例えば、起床、食事、昼寝、入浴、就寝といった各種日常生活動作に最適な体内時計時刻を、体内時計時刻に基づく報知タイミング（第 2 の報知処理タイミング）として予め設定しておく。そして、ユーザーの体内時計時刻が第 2 の報知処理タイミングとなった時点で、対応する日常生活動作に適した体内時計時刻である旨のアラートを通知する。

【0069】

報知の方法は、例えば、スピーカー 14 から報知音を音出力するのでもよいし、LED 15 を点灯又は点滅させるのでもよい。その際、第 2 の報知処理タイミング毎（つまり、そのタイミングで最適な日常生活操作の種類毎）に、報知音や、LED 15 の発光色又は点滅パターンを変えるとよい。なお、電子機器 1 が表示装置を備えている場合は、アラートを表示する構成でもよい。その他にも、バイブレーターを用い、振動により報知を行ってもよい。また、外部電子機器 5 にアラートの通知を行わせるための制御信号を送信し、上記の報知を外部電子機器 5 で行う構成とすることもできる。

【0070】

第 2 の報知処理によれば、ユーザーの体内時計時刻に従い、起床してから就寝に至るまでに一般的に行われる各種日常生活動作に適した体内時計時刻の到来をユーザーに報知することができる。

【0071】

(3) 第 3 の報知処理

例えば、体内時計時刻が 6 時間遅れている場合に特徴期表出時刻 τ が訪れるのは、特徴期基準表出時刻 τ_0 （例えば午後 22 : 45）から 6 時間後の翌日午前 4 : 45 となる。上記したように、特徴期表出時刻 τ は 1 日の最高体温時刻であり、電子機器 1 を使用しているユーザーにとって、入浴しその後睡眠に至る最適な体内時計時刻に対応する実時刻である。したがって、上記した 6 時間といった体内時計時刻の大幅なずれ（生体リズムの乱れ）は、一般的な就寝時間、つまり特徴期基準表出時刻 τ_0 である午後 22 : 45 頃に寝ようとしてもなかなか寝付けず睡眠不足を招く等、健康状態に悪影響を及ぼす原因となり得る。

【0072】

そこで、体内時計時刻と現在時刻との時差（つまり特徴期時差 $\Delta \tau$ ）が所定の閾値条件を満たすか否かを判定する。本実施形態では、特徴期時差 $\Delta \tau$ が予め設定される許容ずれ時間（例えば 2 時間）以上である場合に閾値条件を満たすとして、第 3 の報知処理を行う。許容ずれ時間は、予め医学研究に基づく実証研究等を行う等して設定される。その際、

10

20

30

40

50

身体プロフィール区分毎に許容ずれ時間を設定しておくといよい。あるいは、許容ずれ時間は、ユーザーの操作入力を受け付けて設定してもよい。

【 0 0 7 3 】

報知内容としては、食事、入浴、起床、就寝、照明の消灯、運動の必要性又は中止、学習等の知的活動、薬の服用又は投薬等を促すアラートの通知が挙げられる。報知の方法は、第 2 の報知処理と同様である。

【 0 0 7 4 】

あるいは、食事のメニューや量、入浴温度や入浴時間、休憩時間、就寝時刻、睡眠時間、起床時刻、照明光量、環境温度、運動内容や運動時間、知的活動の内容や当該活動の時間、テレビの視聴時間、パソコンやスマートフォン等の電子機器の使用時間、服用又は投与する薬の種類や量といった各種項目について推奨値等を提案するアドバイスの表示が挙げられる。

10

【 0 0 7 5 】

より具体的なアドバイスの内容としては、例えば、早めの入浴や軽度の運動を勧めたり、カレーや唐辛子料理等のカプサイシンを含んだ食事をとるように勧めたり、あるいは生体リズム調整薬（ベンゾジアゼピン系薬等）の服用を勧める等のアドバイスが考えられる。これらを実践することにより体温を上昇させ、放熱を促すことができ、生体リズムの改善が図れる。

【 0 0 7 6 】

アドバイスの表示は、アドバイス内容のテキストデータとともにその表示を行わせるための制御信号を外部電子機器 5 に送信することで、外部電子機器 5 にて行う。ただし、電子機器 1 が表示装置を備えていれば、自装置でも行える。また、アドバイス内容のテキストデータを読み上げて音声出力する構成でもよい。

20

【 0 0 7 7 】

ここで、第 3 の報知処理は、体内時計時刻を算出したタイミングで行ってもよいが、生体リズムの改善を図るためには、実時刻を考慮したタイミングで行うとより効果的である。例えば食事に着目すれば、一般的に食事をする実時刻（昼食であれば正午頃）にアラートを通知し、あるいはアドバイスを表示するといった具合である。そこで、本実施形態では、各種日常生活動作が一般的に行われる実時刻を、実時刻に基づく報知タイミング（第 3 の報知処理タイミング）として予め設定しておく。そして、現在時刻が第 3 の報知処理タイミングとなった時点で、対応する日常生活動作に適した実時刻である旨のアラートを通知し、又はアドバイスを表示する。

30

【 0 0 7 8 】

なお、第 3 の報知処理に関し、ユーザーの操作入力に従って報知項目を設定するとしてもよい。例えば、報知内容として例示した項目のうちの「食事」と「運動」については報知を行い、それ以外の項目については報知は行わないといった設定操作をユーザーが行えるようにしてもよい。これによれば、ユーザーが望む項目についてのみ報知を行うことができる。

【 0 0 7 9 】

第 3 の報知処理によれば、ユーザーの体内時計時刻と現在時刻との時差に応じたアラートの通知やアドバイスの表示が実現でき、ユーザーは、その報知内容を生体リズムの改善に役立てることができる。

40

【 0 0 8 0 】

3．生活家電製品の制御

電子機器 1 は、体内時計時刻に基づく生活家電製品 7 の動作制御を行う。

【 0 0 8 1 】

（ 1 ）第 1 の外部機器制御処理

第 1 の外部機器制御処理は、体内時計時刻に基づく所与の制御信号を生活家電製品 7 に送信する処理である。本実施形態では、体内時計時刻に基づく家電制御タイミング（第 1 の外部機器制御処理タイミング）において、対応する日常生活動作に応じた生活家電製品

50

7の動作を制御するための制御信号を当該生活家電製品7に送信する。体内時計時刻と日常生活動作との関係は、第2の報知処理で説明した通りである。

【0082】

例えば起床に着目すると、深部温度は、起床前から起床後にかけて上昇することが知られている。このことから、具体的な動作制御内容の1つとして、起床に係る体内時計時刻の前後を第1の外部機器制御処理タイミングとし、空調設備の電源を投入し、温度設定を徐々に上げる等の制御が挙げられる。電子機器1は、そのための制御信号を生活家電製品（ここでは空調設備）7に送信する。

【0083】

第1の外部機器制御処理によれば、ユーザーの体内時計時刻に基づき生活家電製品7の動作制御が実現でき、現在の体内時計の状態に適した生活環境を提供できる。

【0084】

（2）第2の外部機器制御処理

第2の外部機器制御処理は、第3の報知処理で説明した上記閾値条件を満たす場合に行う。具体的には、実時刻に基づく家電制御タイミング（第2の外部機器制御処理タイミング）において、対応する日常生活動作に応じた生活家電製品7の動作を制御するための制御信号を当該生活家電製品7に送信する。実時刻と日常生活動作との関係は、第3の報知処理で説明した通りである。

【0085】

例えば、朝方に太陽光を浴びると体内時計時刻が修正されることが知られている。このことから、具体的な動作制御内容の1つとして、一般的な起床時刻（実時刻）を第2の外部機器制御処理タイミングとし、照明機器によって太陽光を模した照明光を照射させたり、電動式カーテン（調光機器）を開ける等の制御が挙げられる。電子機器1は、そのための制御信号を生活家電製品（ここでは照明機器や調光機器）7に送信する。

【0086】

なお、制御信号は、生活家電製品7に直接送信する構成に限らず、外部電子機器5を介して生活家電製品7に送信する構成でもよい。

【0087】

〔機能構成〕

図8は、電子機器1の主要な機能構成例を示すブロック図である。図8に示すように、電子機器1は、センサー部31と、操作入力部32と、報知部33と、通信部34と、演算処理部35と、記憶部37とを備える。

【0088】

センサー部31は、図2又は図3に示した熱流センサー21や光センサー22、モーションセンサー23、GPSセンサー24等の複数のセンサーで構成される。そのうちの熱流センサー21、光センサー22、およびモーションセンサー23は、測定部20を構成する。

【0089】

操作入力部32は、ユーザーによる各種操作入力を受け付け、操作入力に応じた操作入力信号を演算処理部35へ出力する。ボタンスイッチやレバースイッチ、ダイヤルスイッチ、タッチパネル等により実現できる。図2では、操作スイッチ121、123がこれに該当する。

【0090】

報知部33は、図2に示したスピーカー14やLED15の他、表示部331を適宜含んで構成される。表示部331は、LCD（Liquid Crystal Display）、OLED（Organic Electroluminescence Display）、電子ペーパーディスプレイ等の表示装置によって実現され、演算処理部35からの表示信号に基づく各種表示を行う。

【0091】

通信部34は、演算処理部35の制御のもと、外部との間でデータを送受するための通信装置である。この通信部34の通信方式としては、無線通信を利用して無線接続する形

10

20

30

40

50

式や、所定の通信規格に準拠したケーブルを介して有線接続する形式、クレイドル等と呼ばれる充電器と兼用の中間装置を介して接続する形式等、種々の方式を適用可能である。図2, 6では、制御基板29に搭載された無線通信モジュール295がこれに該当する。

【0092】

演算処理部35は、各機能部との間でデータの入出力制御を行い、所定のプログラムやデータ、操作入力部32からの操作入力信号、センサー部31を構成するセンサー21~24の測定結果等に基づき各種の演算処理を実行して、ユーザーの生体情報を取得する。例えば、CPUやGPU (Graphics Processing Unit) 等のマイクロプロセッサや、ASIC、ICメモリー等の電子部品によって実現される。図2, 6では、制御基板29に搭載されたCPU291がこれに該当する。

10

【0093】

この演算処理部35は、計時部351と、体内時計時刻算出部352と、運針制御部355と、報知処理部356と、外部機器制御部357と、閾値条件判定部358とを含む。

【0094】

計時部351は、システムクロックを用いて現在時刻377を計時する。

【0095】

体内時計時刻算出部352は、適宜設定される体内時計時刻の算出タイミングにおいて体内時計時刻 $T_{c i r}$ を算出し、現在の体内時計時刻378を書き換える。そして、体内時計時刻 $T_{c i r}$ を算出した後次の算出タイミングまでの間は、現在時刻377に最新の特徴期時差 $\Delta \tau$ を加算することで体内時計時刻を計時し、現在の体内時計時刻378を随時更新する。

20

【0096】

この体内時計時刻算出部352は、特徴期表出時刻算出部353と、特徴期時差算出部354とを備える。特徴期表出時刻算出部353は、日周期で変動する深部温度の測定値から1周期分の生体リズム曲線を算出し、特徴期の一例である頂点位相の表出時刻を特徴期表出時刻 τ として算出する。特徴期時差算出部354は、特徴期表出時刻 τ と特徴期基準表出時刻 τ_0 との時差を特徴期時差 $\Delta \tau$ として算出する。

【0097】

運針制御部355は、第1の指針111および第2の指針114を駆動・運針するムーブメントを制御して、指針111, 114の運針制御を行う。

30

【0098】

報知処理部356は、現在の体内時計時刻378に従い、体内時計時刻用のタイミングテーブル374-1に設定されている体内時計時刻に基づく報知タイミング(第2の報知処理タイミング)において、対応する報知内容に基づく報知を行う(第2の報知処理)。また、現在時刻377に従い、実時刻用のタイミングテーブル374-2に設定されている実時刻に基づく報知タイミング(第3の報知処理タイミング)において、対応する報知内容に基づく報知を行う(第3の報知処理)。

【0099】

外部機器制御部357は、現在の体内時計時刻378に従い、体内時計時刻用のタイミングテーブル374-1に設定されている体内時計時刻に基づく家電制御タイミング(第1の外部機器制御処理タイミング)において対応する制御信号を送信し、該当する生活家電製品7の動作を制御する(第1の外部機器制御処理)。また、現在時刻377に従い、実時刻用のタイミングテーブル374-2に設定されている実時刻に基づく家電制御タイミング(第2の外部機器制御処理タイミング)において対応する制御信号を送信し、該当する生活家電製品7の動作を制御する(第2の外部機器制御処理)。

40

【0100】

閾値条件判定部358は、実時刻に基づく報知/家電制御タイミングにおいて、閾値条件の判定を行う。

【0101】

50

記憶部 37 は、IC メモリーやハードディスク、光学ディスク等の記憶媒体により実現されるものである。この記憶部 37 には、電子機器 1 を動作させ、電子機器 1 が備える種々の機能を実現するためのプログラムや、当該プログラムの実行中に使用されるデータ等が予め格納され、或いは処理の都度一時的に格納される。図 2, 6 では、制御基板 29 に搭載された記憶媒体 293 がこれに該当する。

【0102】

また、記憶部 37 には、体内時計時刻算出プログラム 371 と、基準表出時刻テーブル 372 と、基準表出時刻補正テーブル 373 と、タイミングテーブル 374 として体内時計時刻用および実時刻用のタイミングテーブル 374 - 1, 2 と、閾値条件データ 375 と、体内時計時刻算出データ 376 と、現在時刻 377 と、現在の体内時計時刻 378 と

10

【0103】

演算処理部 35 は、体内時計時刻算出プログラム 371 を読み出して実行することにより、計時部 351、体内時計時刻算出部 352、運針制御部 355、報知処理部 356、外部機器制御部 357、閾値条件判定部 358 等の機能を実現する。なお、これらの機能部を電子回路等のハードウェアで実現する場合には、当該機能を実現させるためのプログラムの一部を省略することができる。

【0104】

基準表出時刻テーブル 372 は、特徴期基準表出時刻 τ_0 を記憶する。図 9 は、基準表出時刻テーブル 372 のデータ構成例を示す図である。図 9 に示すように、基準表出時刻テーブル 372 には、性別および年齢の各区分の組合せと対応付けて、測定部位毎に、該当する身体プロフィール区分の特徴期基準表出時刻 τ_0 が設定される。

20

【0105】

基準表出時刻補正テーブル 373 は、特徴期基準表出時刻 τ_0 の補正値を記憶する。図 10 は、基準表出時刻補正テーブル 373 のデータ構成例を示す図である。図 10 に示すように、基準表出時刻補正テーブル 373 には、1つの居住地を定めるエリア情報と対応付けて、当該居住地の日照時間と、当該居住地のユーザーに適用する特徴期基準表出時刻 τ_0 の補正値とが季節毎に設定される。エリア情報は、国名や、県名や市町村名等の地域名、その緯度・経度等の位置情報を含む。

【0106】

30

体内時計時刻用のタイミングテーブル 374 - 1 は、体内時計時刻と日常生活動作との関係を記憶する。また、実時刻用のタイミングテーブル 374 - 2 は、実時刻と日常生活動作との関係を記憶する。図 11 は、体内時計時刻用のタイミングテーブル 374 - 1 のデータ構成例を示す図である。図 11 に示すように、タイミングテーブル 374 - 1 には、各種日常生活動作種類と対応付けて、第 2 の報知処理タイミングや第 1 の外部機器制御処理タイミングとされる体内時計時刻に基づく報知 / 家電制御タイミングと、該当するタイミングでなされるアラートの通知内容等の報知内容と、該当するタイミングで送信される生活家電製品 7 の制御信号とが設定される。なお、図示しないが、実時刻用のタイミングテーブル 374 - 2 は、タイミングテーブル 374 - 1 と同様のデータ構成で実現できる。すなわち、各種日常生活動作種類と対応付けて、第 3 の報知処理タイミングや第 2 の外部機器制御処理タイミングとされる実時刻に基づく報知 / 家電制御タイミングと、該当するタイミングでなされるアラートの通知内容やアドバイスの表示内容等の報知内容と、該当するタイミングで送信される生活家電製品 7 の制御信号とが設定される。

40

【0107】

閾値条件データ 375 は、身体プロフィール区分毎に、許容ずれ時間を記憶する。

【0108】

体内時計時刻算出データ 376 は、体内時計時刻 $T_{c i r}$ の算出過程で得た生体リズム曲線の関数式や特徴期表出時刻 τ 、特徴期基準表出時刻 τ_0 、特徴期時差 $\Delta \tau$ 、体内時計時刻 $T_{c i r}$ の各値を履歴として記憶する。

【0109】

50

[処理の流れ]

図 1 2 は、電子機器 1 が行う処理の流れを示すフローチャートである。ここで説明する処理は、演算処理部 3 5 が記憶部 3 7 から体内時計時刻算出プログラム 3 7 1 を読み出して実行し、電子機器 1 の各部を動作させることで実現できる。本処理の開始に先立ち、電子機器 1 がユーザーに装着される。

【 0 1 1 0 】

演算処理部 3 5 はまず、操作入力部 3 2 を介して性別や年齢等の各身体プロフィールの入力操作を受け付けるとともに（ステップ S 1 0 1 ）、基準表出時刻テーブル 3 7 2 に設定されている測定部位の一覧を提示してその選択操作を受け付ける（ステップ S 1 0 3 ）。ユーザーは、自身の各身体プロフィールの値を入力し、電子機器 1 を装着した測定部位を選択する。

10

【 0 1 1 1 】

その後、体内時計時刻算出部 3 5 2 が、体内時計時刻の計時を開始する（ステップ S 1 0 5 ）。なお、体内時計時刻の計時は、前回の体内時計時刻算出時の過程で得た最新の特徴期時差 $\Delta \tau$ を用いて行う。そのため、本処理の初回の実行時は、後段のステップ S 1 2 1 で特徴期時差 $\Delta \tau$ が算出されるのを待ってから、体内時計時刻の計時を開始する。

【 0 1 1 2 】

その後、深部温度の測定を開始する（ステップ S 1 0 7 ）。

【 0 1 1 3 】

深部温度の測定を開始したならば、体内時計時刻算出部 3 5 2 は、現在時刻 3 7 7 に従い、予め設定される体内時計時刻の算出タイミングを監視する。算出タイミングは、午前 0 : 0 0 に行う等固定的に設定されていてもよいし、ユーザーの操作入力を受け付けて設定するのもよい。あるいは、ユーザーによる体内時計時刻の算出を指示する指示操作があった場合に、ステップ S 1 1 1 以降の処理を行う構成でもよい。

20

【 0 1 1 4 】

そして、算出タイミングの場合は（ステップ S 1 0 9 : Y E S ）、体内時計時刻算出部 3 5 2 は、基準表出時刻テーブル 3 7 2 を参照し、ユーザーの身体プロフィール区分を特定して測定部位に応じた特徴期基準表出時刻 τ_0 を読み出す（ステップ S 1 1 1 ）。続いて、基準表出時刻補正テーブル 3 7 3 を参照し、GPS センサー 2 4 の検出結果に基づきユーザーが位置するエリア情報を選択する（ステップ S 1 1 3 ）。そして、体内時計時刻算出部 3 5 2 は、現在時刻 3 7 7 をもとに季節を特定し、選択したエリア情報に対応する特定した季節の補正值を用いて、ステップ S 1 1 1 で読み出した特徴期基準表出時刻 τ_0 を補正する（ステップ S 1 1 5 ）。

30

【 0 1 1 5 】

続いて、特徴期表出時刻算出部 3 5 3 が、現在時刻 3 7 7 から遡って 1 周期分の深部温度の測定値から生体リズム曲線の関数式を算出し（ステップ S 1 1 7 ）、特徴期表出時刻 τ を算出する（ステップ S 1 1 9 ）。そして、特徴期時差算出部 3 5 4 が、特徴期表出時刻 τ と、ステップ S 1 1 5 で補正した特徴期基準表出時刻 τ_0 との時差である特徴期時差 $\Delta \tau$ を算出する（ステップ S 1 2 1 ）。その後、体内時計時刻算出部 3 5 2 は、現在時刻 3 7 7 に特徴期時差 $\Delta \tau$ を加算して体内時計時刻 $T_{c i r}$ を算出する（ステップ S 1 2 3 ）。このとき、算出した体内時計時刻 $T_{c i r}$ によって現在の体内時計時刻 3 7 8 が書き換えられる。

40

【 0 1 1 6 】

また、演算処理部 3 5 は、現在の体内時計時刻 3 7 8 を監視し、体内時計時刻用のタイミングテーブル 3 7 4 - 1 に設定されている体内時計時刻に基づく報知 / 家電制御タイミングを判定する。そして、当該タイミングにおいて（ステップ S 1 2 5 : Y E S ）、報知処理部 3 5 6 は、第 2 の報知処理を行って対応する報知内容に基づく報知を行う（ステップ S 1 2 7 ）。また、外部機器制御部 3 5 7 が第 1 の外部機器制御処理を行い、対応する制御信号を該当する生活家電製品 7 に送信する（ステップ S 1 2 9 ）。

【 0 1 1 7 】

50

また、演算処理部 35 は、現在時刻 377 を監視し、実時刻用のタイミングテーブル 374 - 2 に設定されている実時刻に基づく報知 / 家電制御タイミングを判定する。そして、当該タイミングにおいて (ステップ S 131 : YES)、閾値条件判定部 358 は、閾値条件データ 375 からユーザーの身体プロフィール区分に応じた許容ずれ時間を読み出して用い、特徴期時差 $\Delta \tau$ を閾値判定する。そして、特徴期時差 $\Delta \tau$ が許容ずれ時間以上であり閾値条件を満たす場合は (ステップ S 133 : YES)、報知処理部 356 が第 3 の報知処理を行い、対応する報知内容に基づく報知を行う (ステップ S 135)。また、外部機器制御部 357 が第 2 の外部機器制御処理を行い、対応する制御信号を該当する生活家電製品 7 に送信する (ステップ S 137)。

【0118】

その後は、本処理を終了するまでの間は (ステップ S 139 : NO)、ステップ S 109 に戻って上記した処理を繰り返す。

【0119】

以上説明したように、本実施形態によれば、日周期で変化する深部温度を測定して用い、体内時計時刻を算出することができる。ユーザーにとっては、生体リズムを刻む体内時計の時刻を把握することができ、健康管理等に役立てることができる。

【0120】

[変形例]

上記実施形態では、深部温度を測定して用い、体内時計時刻を算出することとしたが、深部温度に限らず、日周期で変化する他の生体情報を用いてもよい。例えば、脈拍数、血圧、SpO₂、皮膚熱流、血流量等が挙げられる。

【0121】

図 13 は、脈拍数の時間推移例を示す図であり、測定値をフィッティングして得た生体リズム曲線 L4 を併せて示している。同様に、図 14 は、拡張期血圧および収縮期血圧の時間推移例を示す図であり、拡張期血圧の測定値をフィッティングして得た生体リズム曲線 L51 を破線、収縮期血圧の測定値をフィッティングして得た生体リズム曲線 L53 を実線により併せて示している。

【0122】

図 13 や図 14 の生体リズム曲線や、図 7 の生体リズム曲線を比較するとその特徴期表出時刻 (頂点位相時刻) は生体情報によって異なるが、何れの生体情報も日周期で周期変動を繰り返す。したがって、測定する生体情報について特徴期基準表出時刻を予め設定しておけば、上記実施形態と同様の手順で体内時計時刻を算出できる。

【0123】

また、1つの生体情報を用いて体内時計時刻を算出する構成に限らず、複数の生体情報を用いて生体情報毎に体内時計時刻を算出し、算出した体内時計時刻の各々を表示することとしてもよい。これによれば、ユーザーは、生体情報毎の体内時計時刻を比較・確認することができ、自身の生体リズムの全体のバランスを把握できる。例えば、アナログ表示の場合は、生体情報毎に指針を用意し、各々の運針制御を行えばよい。一方、デジタル表示の場合には、ユーザーの操作入力に応じて表示対象を切り替え、算出した生体情報毎の体内時計時刻のうちの何れか 1 つを選択的に表示してもよい。血圧に係る体内時計時刻は、収縮期血圧から算出した体内時計時刻と、拡張期血圧から算出した体内時計時刻とを平均して表示してもよい。

【0124】

また、複数の生体情報に係る体内時計時刻は、平均値を算出して表示することとしてもよい。ただし、その場合でも、血圧に係る体内時計時刻については、個別に表示すると好適である。これは、血圧の特徴期表出時刻 (例えば 1 日のうちで血圧が最大となる時刻) は季節によって変動する場合があるからである。これに対し、深部温度や脈拍数等の特徴期表出時刻は比較的安定しており、1 年を通じて大きく変動しない。したがって、深部温度や脈拍数等に係る体内時計時刻については平均値を表示し、血圧に係る体内時計時刻はそれとは別に表示すると好適である。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 5 】

ただし、平均値に限らず、算出した生体情報毎の体内時計時刻のヒストグラムを生成し、最頻値の体内時計時刻を表示するのでもよい。また、平均値や最頻値を求める前に異常値を除外する前処理を行ってもよい。異常値の検出には、統計に基づく手法、クラスタリングによる手法、密度に基づく手法、距離に基づく手法を用いることができる。例えば、 $k - means$ 法を用いることができる。

【 0 1 2 6 】

また、複数の生体情報の測定結果から特定の生体情報を推定して用い、体内時計時刻を算出するとしてもよい。推定は、例えば、公知の機械学習技術を用いて複数の生体情報の測定結果から特定の生体情報の値を得ることで行う。特定の生体情報としては、例えば、特定の生体情報としては、尿中メラトニン濃度、直腸温度、耳内温度等が挙げられる。これらの生体情報に現れる生体リズムは比較的外乱の影響を受け難いことから、その特徴期表出時刻（頂点位相時刻）等の特徴期を精度良く算出することができ、体内時計時刻の算出精度向上が図れる。また、機械学習技術の例としては、決定木法、ランダムフォレスト法、ニューラルネットワーク、ロジスティック回帰等がある。

10

【 0 1 2 7 】

また、1つ又は複数の生体情報を異なる測定部位で測定し、測定部位毎に体内時計時刻を算出して表示するとしてもよい。例えば、電子機器1とは別体の測定部20を備えた測定装置を用意し、手首以外の測定部位に装着する。その場合は、電子機器1は、測定装置との間でデータ通信を行う等して測定結果を取得する。

20

【 0 1 2 8 】

例えば、測定装置を胸部に装着してその深部温度を測定すれば、核心部の温度（核心温度）に係る体内時計時刻を算出できる。核心温度の体内時計は生体の主時計であり、手首で測定した深部温度の体内時計は抹消時計と考えられる。したがって、双方の体内時計時刻を表示することで、ユーザーは、よりきめ細かく生体リズムを把握できる。

【 0 1 2 9 】

また、上記実施形態では、体内時計時刻算出装置として電子機器1を例示した。これに対し、体内時計時刻算出装置は、図8において破線で囲った各機能部351～357の機能を実現する体内時計時刻算出モジュール40として構成することもできる。この場合、体内時計時刻算出装置である体内時計時刻算出モジュール40は、測定部20の測定結果を入力して用い、体内時計時刻を算出する。これによれば、制御基板29に体内時計時刻算出モジュール40を搭載することで、その機能を簡単に実装できる。

30

【 0 1 3 0 】

また、体内時計時刻算出装置は、図8において測定部20を除いた構成としてもよい。例えば、熱流センサー21や光センサー22等を備え、ユーザーの生体表面に装着される別体の測定装置（測定部）を用意する。そして、体内時計時刻算出装置は、測定装置とデータ通信する等して測定結果を取得し、体内時計時刻を算出するようにしてもよい。この場合の体内時計時刻算出装置は、専用装置の他、外部電子機器5として例示したスマートフォン等を用いることができる。

40

【 0 1 3 1 】

また、ユーザーの操作入力に応じて、あるいは自動的に、体内時計時刻の算出頻度を切り替える構成としてもよい。例えば、上記実施形態の算出タイミングを短くして連続的に体内時計時刻を算出する連続測定モードと、単発的に体内時計時刻を算出する瞬時値測定モードと、体内時計時刻の算出をしない非測定モードとを切り替えるとしてもよい。これによれば、必要に応じて体内時計時刻の算出を行うことができ、消費電力を抑えて充電頻度を減らすことができる。

【 0 1 3 2 】

また、プライバシー保護の観点から、体内時計時刻の表示／非表示をユーザーの操作入力に応じて切り替える構成としてもよい。

50

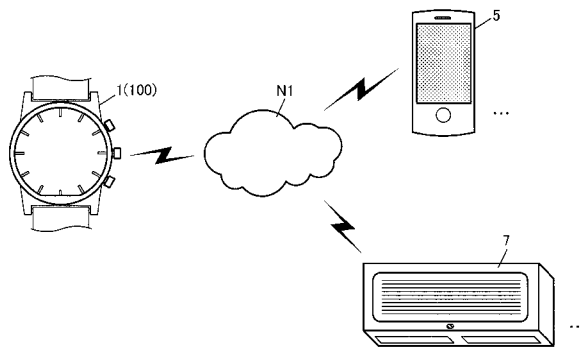
【 符号の説明 】

【 0 1 3 3 】

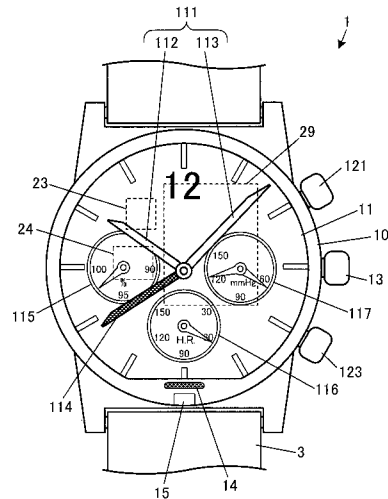
1 ... 電子機器、 3 1 ... センサー部、 2 0 ... 測定部、 2 1 ... 熱流センサー、 2 2 ... 光センサー、 2 3 ... モーションセンサー、 2 4 ... G P S センサー、 3 2 ... 操作入力部、 3 3 ... 報知部、 1 4 ... スピーカー、 1 5 ... L E D、 3 3 1 ... 表示部、 3 4 ... 通信部、 3 5 ... 演算処理部、 3 5 1 ... 計時部、 3 5 2 ... 体内時計時刻算出部、 3 5 3 ... 特徴期表出時刻算出部、 3 5 4 ... 特徴期時差算出部、 3 5 5 ... 運針制御部、 3 5 6 ... 報知処理部、 3 5 7 ... 外部機器制御部、 3 5 8 ... 閾値条件判定部、 3 7 ... 記憶部、 3 7 1 ... 体内時計時刻算出プログラム、 3 7 2 ... 基準表出時刻テーブル、 3 7 3 ... 基準表出時刻補正テーブル、 3 7 4 - 1 , 2 ... タイミングテーブル、 3 7 5 ... 閾値条件データ、 3 7 6 ... 体内時計時刻算出データ、 3 7 7 ... 現在時刻、 3 7 8 ... 現在の体内時計時刻、 4 0 ... 体内時計時刻算出モジュール、 1 1 ... 文字盤、 1 1 1 ... 第 1 の指針、 1 1 5 ... 第 2 の指針、 5 ... 外部電子機器、 7 ... 生活家電製品、 N 1 ... 通信回線

10

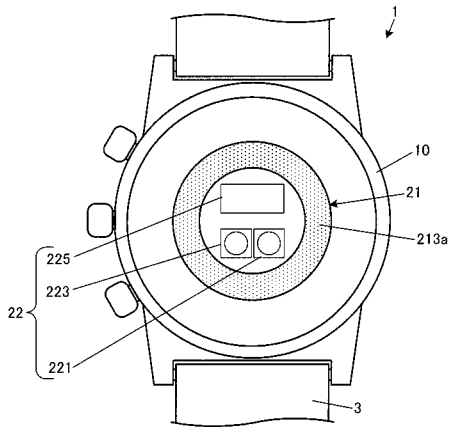
【 図 1 】



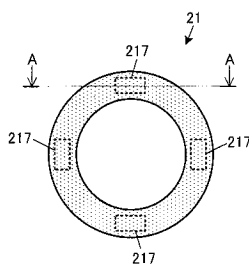
【 図 2 】



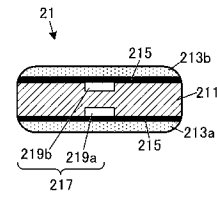
【図 3】



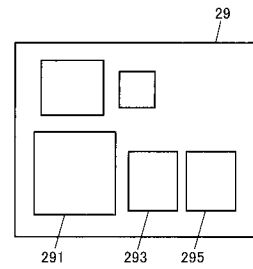
【図 4】



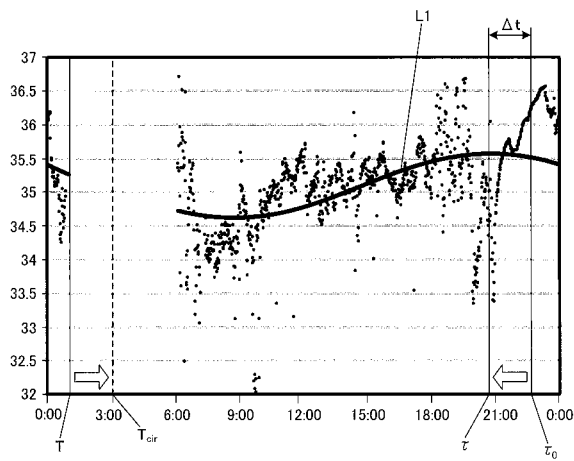
【図 5】



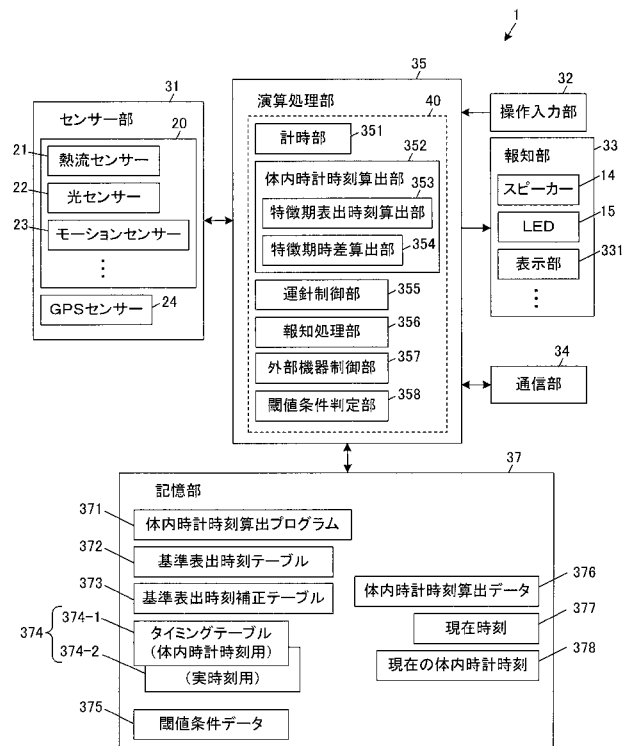
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【 図 9 】

372

身体プロフィール		測定部位	特徴期基準表出時刻 τ_0
性別	年齢		
男性	10歳未満	手首	XXXX
		胸部	XXXX
		⋮	⋮
	10歳以上20歳未満	手首	XXXX
		⋮	⋮
	20歳以上30歳未満	手首	XXXX
		⋮	⋮
	30歳以上40歳未満	手首	XXXX
		⋮	⋮
	⋮	⋮	⋮
女性	10歳未満	手首	XXXX
		⋮	⋮
	10歳以上20歳未満	手首	XXXX
		⋮	⋮
	⋮	⋮	⋮

【 図 1 0 】

373

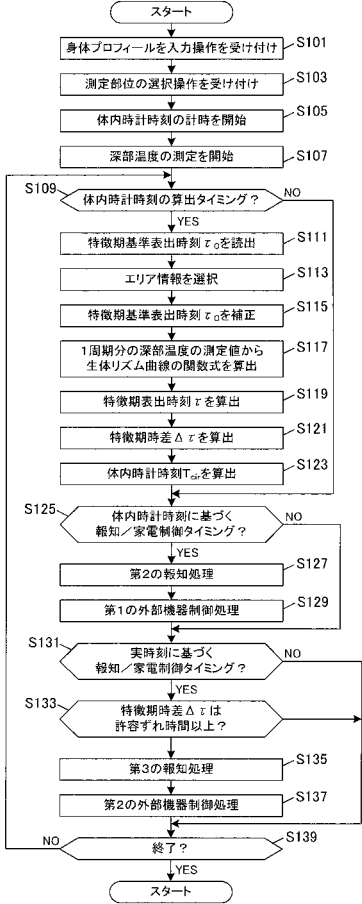
エリア情報			季節	日照時間	補正值
国名	地域名	位置情報			
XX	XXX	XXXXXXXX	3月～5月(春)	XXXX	XXXXXX
			6月～8月(夏)	XXXX	XXXXXX
			9月～11月(秋)	XXXX	XXXXXX
			12月～2月(春)	XXXX	XXXXXX
	XXX	XXXXXXXX	3月～5月(春)	XXXX	XXXXXX
		⋮	⋮	⋮	⋮
XX	XXX	⋮	⋮	⋮	⋮
		⋮	⋮	⋮	⋮
		⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【 図 1 1 】

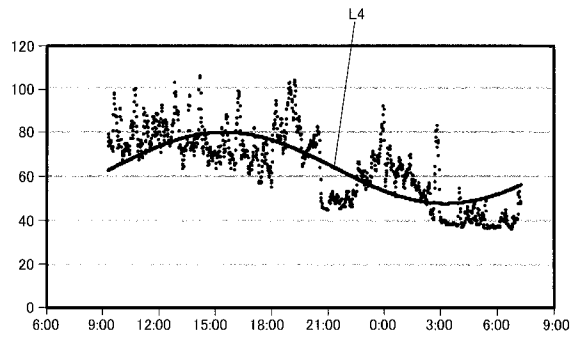
374-1

タイミングテーブル(体内時計時刻用)			
日常生活動作種類	報知／家電制御タイミング (体内時計時刻)	報知内容	制御信号
起床	T300	XXXXXXXX	XXXXXXXXXX
朝食	T301	XXXXXXXX	XXXXXXXXXX
⋮	⋮	⋮	⋮
入浴	T321	XXXXXXXX	XXXXXXXXXX
⋮	⋮	⋮	⋮
就寝	T331	XXXXXXXX	XXXXXXXXXX
⋮	⋮	⋮	⋮

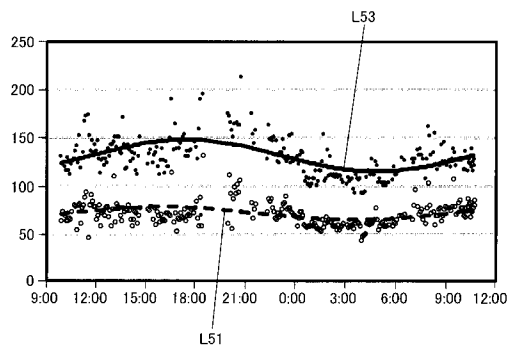
【 図 1 2 】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(72)発明者 沢渡 彩映

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 増田 博之

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

F ターム(参考) 2F101 AA00 AB05 AC01 AC10 AF08

4C017 AA08 AA09 AA10 AA11 AA12 AA16 AB02 AC26 BB02 BB13

BC11 BC23 CC01 CC06 DD17 EE15 FF05

4C117 XB02 XB17 XC13 XC15 XC16 XD10 XD15 XD36 XE13 XE15

XE23 XE33 XE37 XE76 XG06 XJ13 XJ18 XM05 XR01

专利名称(译)	生物钟时间计算装置和生物钟时间计算方法		
公开(公告)号	JP2018023459A	公开(公告)日	2018-02-15
申请号	JP2016155842	申请日	2016-08-08
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生公司		
[标]发明人	池田陽 清水興子 沢渡彩映 増田博之		
发明人	池田 陽 清水 興子 沢渡 彩映 増田 博之		
IPC分类号	A61B5/00 G04C3/00 A61B5/01 A61B5/0245		
CPC分类号	G16H50/30 G06F19/3481 G16H20/40 G16H40/63		
FI分类号	A61B5/00.C G04C3/00.B A61B5/00.101.F A61B5/02.710.B A61B5/01.150 A61B5/0245.B		
F-TERM分类号	2F101/AA00 2F101/AB05 2F101/AC01 2F101/AC10 2F101/AF08 4C017/AA08 4C017/AA09 4C017/AA10 4C017/AA11 4C017/AA12 4C017/AA16 4C017/AB02 4C017/AC26 4C017/BB02 4C017/BB13 4C017/BC11 4C017/BC23 4C017/CC01 4C017/CC06 4C017/DD17 4C017/EE15 4C017/FF05 4C117/XB02 4C117/XB17 4C117/XC13 4C117/XC15 4C117/XC16 4C117/XD10 4C117/XD15 4C117/XD36 4C117/XE13 4C117/XE15 4C117/XE23 4C117/XE33 4C117/XE37 4C117/XE76 4C117/XG06 4C117/XJ13 4C117/XJ18 4C117/XM05 4C117/XR01		
代理人(译)	黒田靖 井上 一		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种随时间测量生物信息如体温，血压，体力活动等并计算生物周期的生物节律的技术。解决方案：生物钟时间计算装置是生物钟时间计算装置，包括：测量部分31，用于测量随日循环变化的生物信息;以及算术处理部分35，用于基于测量部分的测量结果计算生物钟时间。包括测量在一天周期中变化的生物信息的步骤，以及基于测量结果计算生物钟时间。

