

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5119612号  
(P5119612)

(45) 発行日 平成25年1月16日 (2013. 1. 16)

(24) 登録日 平成24年11月2日 (2012. 11. 2)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 5/22 (2006. 01)  
G 0 6 Q 50/22 (2012. 01)A 6 1 B 5/22 B  
G 0 6 F 17/60 1 2 6 W

請求項の数 10 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2006-154167 (P2006-154167)  
 (22) 出願日 平成18年6月2日 (2006. 6. 2)  
 (65) 公開番号 特開2007-319487 (P2007-319487A)  
 (43) 公開日 平成19年12月13日 (2007. 12. 13)  
 審査請求日 平成21年2月4日 (2009. 2. 4)

(73) 特許権者 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (74) 代理人 100100310  
 弁理士 井上 学  
 (72) 発明者 島田 和之  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内  
 (72) 発明者 栗山 裕之  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内  
 (72) 発明者 伴 秀行  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 代謝量モニタリング装置及び代謝量モニタリングシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

体動センサと温度センサと脈波センサを具備し生体に装着される装着型デバイスと、  
 生活状態判定条件データを含む生活状態判定知識データと、代謝状態毎の消費カロリー  
 算出アルゴリズムを含む消費カロリー算出知識データを格納したデータベースと、

前記装着型デバイスの検出信号と、前記生活状態判定知識データに基づいて生活活動状  
 態を判定する生活活動状態判定部と、

前記装着型デバイスの信号から活動の継続状態を検出し、継続状態の場合には、生活活  
 動状態毎の代謝状態を判定し、継続していない場合には、代謝の亢進状態を判定する代謝  
 状態判定部と、

前記代謝状態に応じて前記消費カロリー算出アルゴリズムを変えて消費カロリーを算出  
 する消費カロリー算出部と、

前記消費カロリーを出力する出力部とを有し、

前記代謝状態判定部は、前記代謝の亢進状態を、皮膚温と脈拍数の安静時との差分の大  
 きさで判定し、当該代謝の亢進状態と判定された場合であって、かつ、前記生活活動状態  
 が活動中ではないと判定された場合に活動後代謝状態と判定することを特徴とする代謝量  
 モニタリング装置であって、

前記消費カロリー算出部は、前記代謝状態判定部において活動後代謝であると判定され  
 た場合、前記脈波センサから検出された脈波を用いて消費カロリー算出することを特徴と  
 する代謝量モニタリング装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の代謝量モニタリング装置において、消費カロリー算出部は、前記代謝状態判定部において活動時代謝であると判定された場合、前記体動センサから検出された体動量の大きさをを用いて消費カロリー算出することを特徴とする代謝量モニタリング装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 に記載の代謝量モニタリング装置において、前記生活活動状態判定部は、前記装着型デバイスから検出された信号の継続時間を考慮して、生活活動状態を判定することを特徴とする代謝量モニタリング装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 に記載の代謝量モニタリング装置において、前記出力部は、前記活動後代謝状態を、他の代謝状態と識別可能なように前記代謝状態を表示することを特徴とする代謝量モニタリング装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 に記載の代謝量モニタリング装置において、前記体動センサは衝撃センサ又は加速度センサであることを特徴とする代謝量モニタリング装置。

## 【請求項 6】

体動センサと温度センサと脈波センサを具備し生体に装着される装着型デバイスと、生活状態判定条件データを含む生活状態判定知識データと、代謝状態毎の消費カロリー算出アルゴリズムを含む消費カロリー算出知識データを格納したデータベースと、

前記装着型デバイスの検出信号と、前記生活状態判定知識データに基づいて生活活動状態を判定する生活活動状態判定部と、

前記装着型デバイスの信号から活動の継続状態を検出し、継続状態の場合には、生活活動状態毎の代謝状態を判定し、継続していない場合には、代謝の亢進状態を判定する代謝状態判定部と、

前記代謝状態に応じて前記消費カロリー算出アルゴリズムを変えて消費カロリーを算出する消費カロリー算出部と、

前記消費カロリーを出力する出力部とを有し、

前記代謝状態判定部は、前記代謝の亢進状態を、皮膚温と脈拍数の安静時との差分の大きさに判定し、当該代謝の亢進状態と判定された場合であって、かつ、前記生活活動状態が活動中ではないと判定された場合に活動後代謝状態と判定することを特徴とし、

前記消費カロリー算出部は、前記代謝状態判定部において活動後代謝であると判定された場合、前記脈波センサから検出された脈波を用いて消費カロリー算出することを特徴とする代謝量モニタリングシステム。

## 【請求項 7】

請求項 6 に記載の代謝量モニタリングシステムにおいて、消費カロリー算出部は、前記代謝状態判定部において活動時代謝であると判定された場合、前記体動センサから検出された体動量の大きさをを用いて消費カロリー算出することを特徴とする代謝量モニタリングシステム。

## 【請求項 8】

請求項 6 に記載の代謝量モニタリングシステムにおいて、前記生活活動状態判定部は、前記装着型デバイスから検出された信号の継続時間を考慮して、生活活動状態を判定することを特徴とする代謝量モニタリングシステム。

## 【請求項 9】

請求項 6 に記載の代謝量モニタリング装置において、前記出力部は、前記活動後代謝状態を、他の代謝状態と識別可能なように前記代謝状態を表示することを特徴とする代謝量モニタリングシステム。

## 【請求項 10】

請求項 6 に記載の代謝量モニタリングシステムにおいて、前記体動センサは衝撃センサ又は加速度センサであることを特徴とする代謝量モニタリングシステム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、利用者の生体情報を収集して、代謝状態をモニタリングし、消費カロリーを算出する身体装着型の装置及びシステムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、中高齢者の健康増進や生活習慣病予防のニーズ増大に伴い、日常生活の下で正確かつ簡易にエネルギー代謝（エネルギー消費量、消費カロリー）を把握し、日頃の健康管理に利用することが求められている。

10

## 【0003】

このような健康管理支援に関して、従来、常時身体に装着して消費カロリーをモニタリングする装置がある。

## 【0004】

例えば、特開2005-230340に記載の「エネルギー消費量推定装置」では、加速度センサと気圧センサに基づき求めた歩行速度や傾斜角度からエネルギー消費量（消費カロリー）を推定する。

## 【0005】

また、例えば、特開平10-318779に記載の「運動レベル経時記憶装置」では、活動検知信号に基づき求めた運動強度をもとに、運動量（消費カロリー）を求める。

20

## 【0006】

また、例えば、特開2003-93372に記載の「消費カロリー測定装置」、及びWO1997/047239に記載の「消費カロリー測定装置」では、安静時や運動時の回帰式をもとに、心拍数から消費カロリーを求める。

## 【0007】

また、例えば、特開2005-115799に記載の「健康管理システム」では、センサから得られた生体情報から運動状態を判定し、演算処理を変化させることが記載されている。

## 【0008】

【特許文献1】特開2005-230340

30

【特許文献2】特開平10-318779

【特許文献3】特開2003-93372

【特許文献4】WO1997/047239

【特許文献5】特開2005-115799

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

しかし、従来の技術では、身体内部のエネルギー代謝の状態を加味しておらず、消費カロリーを正確に把握できないという問題があった。特に、身体活動終了後の回復過程で、エネルギー代謝が亢進している状態（活動後代謝状態）を判定できず、消費カロリーを高精度に算出できないという問題があった。

40

## 【0010】

本発明の目的は、身体活動に伴う身体内部のエネルギー代謝の状態を判定し、常時消費カロリーを高精度に算出する代謝量モニタリング装置及びシステムを提供すること、である。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

上記の課題は、体動センサと温度センサと脈波センサを具備し生体に装着される装着型デバイスと、生活状態判定条件データを含む生活状態判定知識データと、代謝状態毎の消費カロリー算出アルゴリズムを含む消費カロリー算出知識データを格納したデータベース

50

と、装着型デバイスの検出信号と、生活状態判定知識データに基づいて生活活動状態を判定する生活活動状態判定部と、装着型デバイスの信号から活動の継続状態を検出し、継続状態の場合には、生活活動状態毎の代謝状態を判定し、継続していない場合には、代謝の亢進状態を判定する代謝状態判定部と、代謝状態に応じて消費カロリー算出アルゴリズムを変えて消費カロリーを算出する消費カロリー算出部と、消費カロリーを出力する出力部とを有することを特徴とする代謝量モニタリングシステムにより、解決することができる。

【発明の効果】

【0012】

本発明である代謝量モニタリング装置及びシステムにより、身体活動に伴う身体内部のエネルギー代謝の状態を判定することができるので、消費カロリーを高精度に算出することが可能となる。

10

これにより、利用者は、日常生活の下で、簡単かつ正確にエネルギー代謝を把握できるので、日頃の健康管理や、健康増進、生活習慣病予防に活用することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

図1に、本発明の実施例である代謝量モニタリング装置及びシステムの構成図を示す。本システムは、データサーバ100と、入出力端末120と、ネットワーク140と、装着型デバイス150と、無線中継器170と、で構成される。

【0014】

20

本実施例では、前記入出力端末120は、キーボードやマウスなどの入力部とディスプレイなどの出力部と前記データサーバ100などと通信する通信部とを有する1つまたは複数のパーソナルコンピュータを利用する。また、入力部と出力部と通信部とを有するPDA、PHS、携帯電話、など可搬型端末も利用できる。

【0015】

本システムでは、前記ホームサーバ120と、前記無線中継器170と、をマンションなど集合住宅の1つの居宅に設置し、前記装着型デバイス150を、居宅の居住者（以下ユーザとする）が身体に装着して利用する。また、前記データサーバ100を、本システムの運用者であるカスタマーセンターが管理するデータセンターに設置する。

【0016】

30

このように、前記データサーバ100を、データセンターに設置することで、ユーザの個人情報や、ユーザから収集される生体データなどのプライバシー情報を一元管理できるので、情報漏洩防止等のセキュリティ管理を簡易化できる。

また、前記データサーバ100は、マンション内に設置することもできる。これにより、システム構築を簡易化できる。

【0017】

また、本システムでは、前記無線中継器170を、戸建住宅（以下居宅とする）に設置し、前記装着型デバイス150を、居宅の居住者（以下ユーザとする）が身体に装着して利用することもできる。これにより、本システムを戸建住宅でも利用できる。

【0018】

40

前記データサーバ100は、DS制御部101と、DSメモリ102と、生活活動状態判定部105と、代謝状態判定部106と、消費カロリー算出部107と、DS通信部108と、ユーザ情報データベース111と、データ蓄積データベース112と、知識ベース113と、で構成される。

【0019】

前記装着型デバイス150は、WD制御部151と、WDメモリ152と、装着型デバイスを識別する固有IDであるWD\_\_IDを格納するWD\_\_ID記憶部153と、WD演算部154と、WD無線通信部155と、生体の心臓の拍動に伴う血管内の血流量の変化を検出する脈波センサ156と、生体から発生する熱エネルギー量を検出する温度センサ158と、生体の活動を体動として検出する体動センサ159と、出力部160と、で構

50

成される。

【0020】

本実施例では、前記WD\_\_ID記憶部153に、「wd01」が記憶されている。

【0021】

前記装着型デバイス150は、前記無線中継器170と無線通信を行う。

前記装着型デバイス150は、リストバンドに組み込まれており、ユーザは手首に装着して利用する。また、腕時計やロッカーキー、ペンダントや指輪、衣類、シューズ、帽子、眼鏡、など身体に装着するものに組み込むこともできる。また、バンソウコウや湿布など、皮膚に直接貼りつけて利用することもできる。

【0022】

図10に、前記装着型デバイス150が、リストバンドに組み込まれているときの構成図を示す。前記脈波センサ156及び前記温度センサ158を、ユーザの皮膚に近接もしくは接触するように構成する。これにより、脈波及び皮膚温を検出することが可能となる。また、体動センサ159を、手の甲と平行方向の動きを検出するようにリストバンドに組み込む。これにより、ユーザの体動を効率的に検出することが可能となる。

【0023】

前記体動センサ159は、衝撃センサを利用することもできる。これにより、消費電力を低減できる。また、前記体動センサ159は、加速度センサを利用することもできる。これにより、体動を高精度に検出できる。

【0024】

前記出力部160は、液晶ディスプレイを想定しているが、他の表示デバイスで構成することもできる。

【0025】

前記ネットワーク140は、前記データサーバ100と、前記スタッフ用端末120と、前記無線中継器170と、が接続されている。前記データサーバ100は、前記ネットワーク140を介して、前記スタッフ用端末120や、前記無線中継器170と、通信を行う。

【0026】

前記ネットワーク140は、LAN(Local Area Network)ケーブルによる有線通信を利用する。また、電力線通信(PLC, Power Line Communication)や他の有線通信、または、IEEE802.11b等の無線通信の他、独自の通信方式を利用することもできる。

【0027】

また、前記ネットワーク140は、構内PHSなど、他の構内ネットワークや、インターネット、VPN、携帯電話通信網、PHS通信網など、他の広域ネットワークを利用することもできる。

【0028】

本システムはハードウェア構成として記載されているが、本システムの機能の一部をソフトウェアで構成することもできる。

【0029】

また、データサーバの機能の一部を前記装着型デバイスに組み込むこともできる。これにより、装着型デバイスのみで、消費カロリーを算出できる。

【0030】

図2に、前記ユーザ情報データベース111の例200を示す。前記データベース例200は、ユーザの個人情報を管理するユーザ個人情報テーブル210と、で構成される。前記ユーザ個人情報テーブル210は、ユーザを識別するユーザIDを格納するフィールド211と、ユーザがシステム利用時にユーザ認証を実施するとき使用するユーザパスワードを格納するフィールド212と、氏名等の個人情報を格納するフィールド213と、ユーザが利用する装着型デバイスを識別するWD\_\_IDを格納するフィールド215と、で構成される。例えば、前記テーブル例210のユーザ個人情報レコードの例210A

10

20

30

40

50

では、ユーザID「user0001」、氏名「F. Kuri」のユーザは、WD\_ID「wd01」で識別される装着型デバイスを利用していることを示している。

【0031】

図3に、前記データ蓄積データベース112の例300を示す。前記データ蓄積データベース112は、ユーザデータ履歴テーブル310と、で構成される。前記ユーザデータ履歴テーブル310は、前記ユーザIDを格納するフィールド311と、前記装着型デバイス150から送信されるユーザの生体データを含むSDデータを格納するフィールド312と、ユーザの生体データから算出される生活活動状態を識別する生活活動状態IDを格納するフィールド313と、ユーザの生体データから算出される代謝状態を識別する代謝状態IDを格納するフィールド314と、ユーザの生体データから算出される消費カロリーを格納するフィールド315と、前記SDデータを受信した日時を格納するフィールド316と、で構成される。

10

【0032】

本実施例では、生活活動状態ID「S\_\_SL」は生活活動状態「睡眠中」、生活活動状態ID「S\_\_ST」は生活活動状態「安静中」、生活活動状態ID「S\_\_AC」は生活活動状態「活動中」、を識別するIDとして定義される。

【0033】

また、代謝状態ID「M\_\_SL」は代謝状態「睡眠時代謝中」、代謝状態ID「M\_\_ST」は代謝状態「安静時代謝中」、代謝状態ID「M\_\_AC」は代謝状態「活動時代謝中」、代謝状態ID「M\_\_AB」は代謝状態「活動後代謝中」、を識別するIDとして定義される。

20

【0034】

図4に、前記知識ベース113の例400を示す。前記知識ベース114は、生活活動状態を判定する知識を格納する生活活動状態判定知識テーブル420と、消費カロリー算出知識テーブル450と、で構成される。

【0035】

前記生活活動状態判定知識テーブル420は、前記ユーザIDを格納するフィールド421と、生活活動状態を識別する生活活動状態IDを格納するフィールド422と、生活活動状態IDで識別される生活活動状態を判定するための判定条件を格納するフィールド423と、備考フィールド424と、で構成される。

30

【0036】

例えば、生活活動状態判定知識レコード420Cの場合、ユーザID「user0001」で識別されるユーザに対して、体動Acが50以上であるとき、生活活動状態ID「S\_\_AC」、すなわち生活活動状態「活動中」が判定されることを示している。

【0037】

前記消費カロリー算出知識テーブル450は、前記ユーザIDを格納するフィールド451と、前記代謝状態IDを格納するフィールド452と、前記代謝状態IDに応じて消費カロリーを算出するアルゴリズムを格納するフィールド453と、備考フィールド454と、で構成される。

【0038】

例えば、消費カロリー算出知識レコード450Cの場合、前記ユーザID「user0001」で識別されるユーザに対して、代謝状態ID「M\_\_AC」すなわち代謝状態が「活動時代謝中」のとき、消費カロリーを算出するアルゴリズムが「METs(3.0)」、すなわちMETsを用いた消費カロリー算出アルゴリズムで、引数(METs値)が「3.0」であることを示している。

40

【0039】

METsとは、安静時代謝量を基準とした身体活動時の代謝量の大きさを表す指数で、身体活動(運動や作業、日常生活動作なども含む)毎に定義されるMETs値(単位はml/kg/分)により、式1を用いて、消費カロリーを算出することができる。(参考文献1「Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, et al. Compendium of Physical activitie

50

s: classification of energy costs of human physical activities, Med Sci Sports Exerc. 1993 Jan; 25(1): 71-80」)。

【0040】

METs (METs 値)

$$= \text{OCI} \times (\text{OC} \times \text{METs 値} \times W \times T) / 1000 \quad \dots \text{式1}$$

但し, OCI: 酸素摂取量 - 消費カロリー換算係数 [kcal/l]

OC: 安静代謝時 (1MET) の酸素摂取量 [ml/kg/min]

W: 体重 [kg]

T: 時間 [min]

10

例えば, 前記ユーザID「user0001」で識別されるユーザが, 活動中のとき,  $\text{OCI} = 5.0 [\text{kcal/l}]$ ,  $\text{OC} = 3.5 [\text{ml/kg/min}]$  とすると, 前記ユーザ個人情報テーブル210の前記パラメータ213に記述された体重Wを用いて, 1分間の消費カロリーは,  $5.0 \times (3.5 \times 3.0 \times 60.0 \times 1) / 1000 = 3.15 [\text{kcal}]$  となる。

【0041】

また, 消費カロリー算出知識レコード450Eのように, 式1と体動量Acを用いて消費カロリーを算出することができる。

例えば,  $I(Ac) = Ac / 210$  のとき,  $Ac = 280$  の場合, 1分間の消費カロリーは,  $\text{METs}(3.0) \times I(280) = 4.20 [\text{kcal}]$  となる。

20

このように, 体動量Acを用いることで, 生活活動状態だけでなく体動量の大きさに応じた消費カロリーを算出することができる。

【0042】

また, 消費カロリー算出知識レコード450Dのように, 消費カロリーを算出するアルゴリズムが「MtC(Ps)」, すなわち, 式2のように, 脈拍から消費カロリーを算出することができる。(文献2「木田和幸: 心拍数によるエネルギー消費量の推定に関する研究, 弘前医学40巻1号, 60~69, 1988年」)。

【0043】

$$\text{MtC(Ps)} = \text{OCI} \times (\text{Ma} \times \text{Ps} + \text{Mb}) \times T \quad \dots \text{式2}$$

但し, OCI: 酸素摂取量 - 消費カロリー換算係数 [kcal/l]

30

Ps: 脈拍数 [回/min]

T: 時間 [min]

Ma, Mb: 係数

例えば, 前記ユーザID「user0001」で識別されるユーザが, 活動中で脈拍数80回/分のとき,  $\text{OCI} = 5.0 [\text{kcal/l}]$  とすると, 前記ユーザ個人情報テーブル210の前記パラメータ213に記述された係数Ma, Mbを用いて, 1分間の消費カロリーは,  $5.0 \times (0.04667 \times 80 - 3.10333) \times 1 = 3.15 \text{ kcal} [\text{kcal}]$  となる。

【0044】

40

係数MaとMbは, 後述する活動後代謝状態の前後の代謝エネルギーと脈拍数をもとに, 以下の連立方程式から算出することができる。

【0045】

$$\text{EE1} = \text{OCI} \times (\text{Ma} \times \text{Ps1} + \text{Mb}) \times T$$

$$\text{EE2} = \text{OCI} \times (\text{Ma} \times \text{Ps2} + \text{Mb}) \times T$$

例えば, 活動後代謝状態の直前において代謝エネルギーEE1 = 3.15, 脈拍数Ps1 = 80 (ユーザデータレコード310F) であり, 活動後代謝状態の終了時において代謝エネルギーEE2 = 1.05, 脈拍数Ps2 = 71 (ユーザデータレコード310C) である場合, 上記連立方程式から,  $\text{Ma} = 0.04667$ ,  $\text{Mb} = 3.10333$ , が算出される。

50

## 【 0 0 4 6 】

このように、活動後代謝状態の前後のユーザデータから係数を算出することで、個人に応じた適切な係数を算出でき、消費カロリー算出の正確性を向上することができる。

## 【 0 0 4 7 】

また、消費カロリー算出知識レコード450Pのように、RMR ( R e l a t i v e M e t a b o l i c R a t e , エネルギー代謝率)を用いた消費カロリー算出アルゴリズムを利用することもできる。

## 【 0 0 4 8 】

また、消費カロリー算出知識レコード450Q, 450Rのように、任意の式を用いることもできる。

10

## 【 0 0 4 9 】

このように、知識ベースに、代謝状態毎の消費カロリー算出アルゴリズムを格納できるように構成することで、代謝状態に応じた消費カロリーの算出を自由に設定することができる。

## 【 0 0 5 0 】

次に、本システムの動作を、フローチャートを用いて説明する。

## 【 0 0 5 1 】

図5に、前記装着型デバイス150の動作を表わすフローチャートを示す。まず、前記装着型デバイス150が動作を開始すると、前記WD制御部151は、終了するか否かを判定するステップ601を実行する。前記ステップ601で、終了すると判定した場合、本動作を終了する。

20

## 【 0 0 5 2 】

前記ステップ601で、終了しないと判定した場合、前記WD制御部151は、待機時間Twの間待機するステップ602を実行する。本実施例では、待機時間Twを「60秒」としているが、任意の時間でよい。

## 【 0 0 5 3 】

次に、前記WD制御部151は、前記装着型デバイス150をユーザが装着しているか否かを判定するステップ603を実行する。例えば、前記脈波センサ156の出力値が既定値より小さい場合に装着していると判定し、既定値以上の場合に装着していないと判定する。

30

## 【 0 0 5 4 】

前記ステップ603で、装着してないと判定した場合、前記WD制御部151は、前記ステップ601を実行し、以降の処理を繰り返し実行する。

## 【 0 0 5 5 】

前記ステップ603で、装着していると判定した場合、前記WD制御部151は、前記WD演算部を起動し、前記脈波センサ156から脈拍数Psを、前記温度センサ158から皮膚温BTを、前記体動センサ159から体動Acを、生体データとして算出するステップ604を実行する。

例えば、脈拍数Psを算出する場合、前記脈波センサ156の出力する脈波からピーク値を算出し、現在時刻から過去60秒間のピーク値の回数をカウントし、脈拍数Psとして算出する。

40

## 【 0 0 5 6 】

また、例えば、皮膚温BTを算出する場合、前記温度センサ158の出力する電圧値をもとに、電圧値を皮膚温に変換する変換式を用いて皮膚温BTを算出する。

## 【 0 0 5 7 】

また、例えば、体動Acを算出する場合、前記体動センサ159の出力する体動の大きさに相当するスカラー値が、既定値以下の値から既定値より大きい値を示す回数と、既定値より大きい値から既定値以下を示す回数を合算した値を体動Acとして算出する。

## 【 0 0 5 8 】

体動Acを算出する場合、前記体動センサ159の出力する体動の大きさに相当するス

50



カラー値を合算した値を体動 A c として算出することもできる。

【 0 0 5 9 】

次に、前記 W D 制御部 1 5 1 は、前記 W D 無線通信部 1 5 5 を起動し、前記ステップ 6 0 4 で算出した生体データを、前記 W D \_\_ I D とともに、W D データとして、送信するステップ 6 0 5 を実行する。

【 0 0 6 0 】

例えば、生体データが脈拍数 P s 「 8 0 」, 皮膚温 B T 「 3 6 . 2 」, 体動 A c 「 2 1 0 」の場合、W D データとして、「W D \_\_ I D = w d 0 1 , P s = 8 0 , B T = 3 6 . 2 , A c = 2 1 0 」( W D D A T A 0 1 とする)を送信することになる。

【 0 0 6 1 】

前記ステップ 6 0 5 で送信された前記 W D データは、前記無線中継器 1 7 0 が受信する。

【 0 0 6 2 】

図 6 に、前記 W D データを前記無線中継器 1 7 0 が受信する場合の、前記無線中継器 1 7 0 の動作を表すフローチャートを示す。

【 0 0 6 3 】

まず、前記無線中継器 1 7 0 が動作を開始すると、前記無線中継器 1 7 0 は、終了するか否かを判定するステップ 7 0 1 を実行する。前記ステップ 7 0 1 で、終了すると判定した場合、本動作を終了する。

【 0 0 6 4 】

前記ステップ 7 0 1 で、終了しないと判定した場合、前記無線中継器 1 7 0 は、前記装着型デバイス 1 5 0 が送信した前記 W D データを受信するステップ 7 0 2 を実行する。

【 0 0 6 5 】

次に、前記無線中継器 1 7 0 は、受信した前記 W D データに、無線中継器 1 7 0 を識別する S D \_\_ I D (本実施例では、S D \_\_ I D 「 t d 1 0 」とする)を付加し、S D データとして送信するステップ 7 0 3 を実行する。

【 0 0 6 6 】

例えば、前記 W D D A T A 0 1 を受信した場合、S D データとして、「W D \_\_ I D = w d 0 1 , S D \_\_ I D = t d 1 0 , P s = 8 0 , B T = 3 6 . 2 , A c = 2 1 0 」( S D D A T A 0 1 とする)を送信することになる。

【 0 0 6 7 】

本実施例では、前記装着型デバイス 1 5 0 の前記 W D 無線通信部 1 5 5 と、前記無線中継器 1 7 0 との無線通信は、I E E E 8 0 2 . 1 5 . 4 , Z i g b e e , を想定している。これにより、消費電力を低減することが可能となる。

また、前記無線通信は、微弱無線、特定小電力無線、B l u e t o o t h , I E E E 8 0 2 . 1 1 b 等、他の無線通信でもよい。これにより、より汎用的なシステム構築が可能となる。

【 0 0 6 8 】

前記ステップ 7 0 3 で送信された前記 S D データは、前記ネットワーク 1 4 0 を介して、前記データサーバ 1 0 0 が受信する。

【 0 0 6 9 】

図 7 に、前記データサーバ 1 0 0 のデータ受信時の動作を表わすフローチャートを示す。まず、前記データサーバ 1 0 0 が動作を開始すると、前記 D S 制御部 1 0 1 は、受信時の動作を終了するか否かを判定するステップ 8 0 1 を実行する。前記ステップ 8 0 1 で、終了すると判定した場合、本動作を終了する。

【 0 0 7 0 】

前記ステップ 8 0 1 で、終了しないと判定した場合、前記 D S 制御部 1 0 1 は、前記無線中継器 1 7 0 から送信された前記 S D データを受信するステップ 8 0 2 を実行する。

【 0 0 7 1 】

次に、前記 D S 制御部 1 0 1 は、前記生活活動状態判定部 1 0 5 を起動し、前記ステッ

10

20

30

40

50

ブ 8 0 2 で受信した S D データから，前記生活活動状態判定知識テーブル 4 2 0 の知識を用い，生活活動状態を判定するステップ 8 0 3 を実行する。

【 0 0 7 2 】

例えば，S D D A T A 0 1 の場合，体動「A c」が 2 1 0 であり，判定条件「A c 1 2 0」に一致するため，生活活動状態は「活動状態（活動中）」（生活活動状態 I D は「S \_ A C」）となる。

【 0 0 7 3 】

また，例えば，S D データが「W D \_ I D = w d 0 1，S D \_ I D = t d 1 0，P s = 7 1，B T = 3 6 . 2，A c = 5 0」（S D D A T A 0 2 とする）の場合，体動「A c」が 5 0 であり，判定条件「A c < 1 2 0」に一致するため，生活活動状態は「安静状態（安静中）」（生活活動状態 I D は「S \_ S T」）となる。

10

【 0 0 7 4 】

また，例えば，S D データが「W D \_ I D = w d 0 1，S D \_ I D = t d 1 0，P s = 6 2，B T = 3 5 . 8，A c = 1 0」（S D D A T A 0 3 とする）の場合，体動「A c」が 1 0 であり，判定条件「A c < 4 0」に一致するため，この判定条件「A c < 4 0」に一致する継続時間が 3 0 分以上の場合（判定条件「L 3 0」），生活活動状態は「睡眠状態（睡眠中）」（生活活動状態 I D は「S \_ S L」）となる。

ここでは，継続時間を 3 0 分以上としているが，任意の値に設定することができる。

【 0 0 7 5 】

このように，生活活動状態判定知識ベースを用いることで，前記装着型デバイス 1 5 0 が収集した生体情報から「安静中」「活動中」「睡眠中」という生活活動状態を判定することができる。

20

【 0 0 7 6 】

また，睡眠状態を判定する条件に，継続時間を追加することで，新聞や読書，パソコン操作など，静的な日常動作を行っている場合に，誤って睡眠状態と判定することを防止できるので，より正確に生活活動状態を判定することが可能となる。

【 0 0 7 7 】

前記生活活動状態知識テーブル 4 2 0 では，体動 A c のみで生活活動状態を判定しているが，脈拍 P s，皮膚温 B T，を組み合わせることもできる。これにより，より正確に生活活動状態を判定することが可能となる。

30

【 0 0 7 8 】

次に，前記 D S 制御部 1 0 1 は，前記代謝状態判定部 1 0 6 を起動し，前記ステップ 8 0 2 で受信した S D データから代謝状態を判定するステップ 8 0 4 を実行する。

【 0 0 7 9 】

図 8 に，前記ステップ 8 0 4 で，代謝状態を判定するときの動作を表すフローチャートを示す。まず，前記代謝状態判定部 1 0 6 は，活動状態が継続していることを示す活動状態継続フラグ「A B F l a g = 1」が前記 D S メモリ 1 0 2 に格納されているか否かを判定するステップ 8 A 0 1 を実行する。

【 0 0 8 0 】

前記活動状態継続フラグは，式 3 を用いて，判定する。

40

【 0 0 8 1 】

$$A B F l a g = \begin{matrix} 1 & (A c T \geq 1 2 0) \\ 0 & (A c T < 1 2 0) \end{matrix} \quad \cdots \text{式 3}$$

但し，

$$A c T = \begin{matrix} 0 \\ A c(t) \end{matrix} \quad t = - 1 0$$

前記ステップ 8 A 0 1 で，否と判定した場合，前記代謝状態判定部 1 0 6 は，生活活動

50

状態毎の代謝状態，すなわち，生活活動状態「睡眠中」のとき代謝状態「睡眠時代謝中」，生活活動状態「安静中」のとき代謝状態「睡眠時安静中」，生活活動状態「活動中」のとき代謝状態「活動時代謝中」，と判定し，前記DSメモリ102に判定した代謝状態を格納するステップ8A05を実行する。

#### 【0082】

前記ステップ8A05の終了後，前記DSメモリ102に格納された活動継続フラグABFlagを初期化（ABFlag = 0）するステップ8A06を実行し，本動作を終了する。

#### 【0083】

前記ステップ8A01で，活動状態が継続していると判定した場合，前記代謝状態判定部106は，代謝が亢進しているか否か（代謝が亢進状態か否か）を，脈拍数と皮膚温の変動状態，すなわち安静時との差分の大きさに応じて，判定するステップ8A02を実行する。

#### 【0084】

具体的には，前記ユーザ個人情報テーブル210の前記パラメータ213に記述された安静時皮膚温Tstbと安静時脈拍数Pstbを用いて，式4により判定する。

$$\begin{aligned} BT & - Tstb & 0.1 & \text{かつ} \\ Ps & - Pstb & 1.0 & \dots \text{式4} \end{aligned}$$

例えば，前記パラメータ213ではTstb = 36.0，Pstb = 71のため，前記ユーザデータ履歴テーブル310に格納されたユーザデータレコード310Bの場合，皮膚温BT = 37.3，脈拍数Ps = 80のように皮膚温と脈拍数とも安静時よりも大きい場合「代謝亢進状態」と判定することとなるが，ユーザデータレコード310Dやユーザデータレコード310Eのように脈拍数や皮膚温だけが安静時よりも大きい場合は，代謝が亢進していると判定することはない。

#### 【0085】

上記のように，代謝が亢進していることを判定する場合に，環境に応じて変動する皮膚温と，精神状態に応じて変動する脈拍とを組み合わせることで，精神的な影響や環境変化の影響を低減し，高い信頼性で判定することができる。

#### 【0086】

このように，各センサの検出信号を用いて，活動状態が継続していることを判定後，代謝が亢進していることを判定することで，身体活動終了後の回復過程でエネルギー代謝が亢進している状態（活動後代謝状態）を高精度に判定することができる。

#### 【0087】

前記ステップ8A02で，否と判定した場合，前記代謝状態判定部106は，前記ステップ8A05，前記ステップ8A06を実行し，本動作を終了する。

#### 【0088】

前記ステップ8A02で，代謝が亢進していると判定した場合，前記代謝状態判定部106は，生活活動状態が「活動中」か否かを判定するステップ8A03を実行する。

前記ステップ8A03で，生活活動状態が「活動中」と判定した場合，前記代謝状態判定部106は，前記ステップ8A05，前記ステップ8A06を実行し，本動作を終了する。

#### 【0089】

前記ステップ8A03で，否と判定した場合，前記代謝状態判定部106は，代謝状態を「活動後代謝状態」と判定し，前記DSメモリ102に判定した代謝状態を格納するステップ8A04を実行し，本動作を終了する。

#### 【0090】

前記ステップ804の動作終了後，前記DS制御部101は，前記消費カロリー算出部107を起動し，前記DSメモリ102に格納された代謝状態に応じて消費カロリー算出

10

20

30

40

50

アルゴリズムを変えて消費カロリーを算出するステップ805を実行する。

【0091】

次に、前記DS制御部101は、前記DS通信部108を用いて、前記生活活動状態と前記代謝状態と前記消費カロリーなどのメッセージデータを、前記装着型デバイス150に前記中継器170を介して送信するステップ807を実行する。

【0092】

図11に、前記ステップ807で送信されたメッセージデータを前記装着型デバイス150が受信した場合の、前記出力部160の画面例1300を示す。

前記画面例1300は、受信したメッセージデータ中の消費カロリーの総和を表示するエリア1301と、生活活動状態を表示するエリア1302と、代謝状態の亢進状態を表示するエリア1303と、で構成される。

10

【0093】

生活活動状態「安静中」で代謝状態「安静時代謝」のときは、図11(a)のように、エリア1302に「安静」を表示する。

【0094】

また、生活活動状態「活動中」で代謝状態「活動時代謝」のときは、図11(b)のように、エリア1302に「活動」を表示し、エリア1303に代謝の亢進状態を表示する。

【0095】

ここで、生活活動状態は「安静中」に戻るが、代謝状態が「活動後(後? はい。)代謝」のときは、図11(c)のように、エリア1302に「安静」を表示し、エリア1303に代謝の亢進状態を表示することになる。

20

【0096】

このように、代謝状態に応じて出力方法を変えて表示することで、ユーザは身体内部のエネルギー代謝の様子を簡易に確認できる。また、活動後代謝によるエネルギー代謝の様子を他の代謝状態と識別可能なように出力するので、ユーザは身体活動の効果を、活動終了後においても簡易に確認できる。

【0097】

次に、前記DS制御部101は、前記ステップ802で受信したSDデータと、前記ステップ803で算出した生活活動状態と、前記ステップ804で算出した代謝状態と、前記ステップ805で算出した消費カロリーと、を前記SDデータを受信した日時と、前記SDデータに含まれるWD\_\_IDが前記ユーザ個人情報テーブル210の前記WD\_\_IDフィールド215に一致するレコードのユーザIDとともに、前記データ蓄積データベース112に格納するステップ807を実行する。

30

【0098】

例えば、2004年4月2日6時32分に、前記SDDATA01を受信した場合、前記ユーザデータ履歴テーブル310に、ユーザデータレコード310Aが格納されることになる。

【0099】

このように、受信したSDデータは全て、受信した日時とともに前記ユーザデータ履歴テーブル310に蓄積される。

40

【0100】

蓄積されたユーザデータは、前記入出力端末120を使用し、閲覧することができる。図9に、前記入出力端末120を用いて、前記データ蓄積データベース112にアクセスしたときの画面例1100を示す。

【0101】

前記画面例1100は、データ表示エリア1110と、消費カロリー表示エリア1120と、生活活動状態表示エリア1130と、で構成される。前記消費カロリー表示エリアでは、生活活動状態に応じて算出された消費カロリーと、活動後代謝により消費された消費カロリーが表示される。

50

## 【 0 1 0 2 】

図 9 から判るように、生活活動状態に応じて算出された消費カロリー、すなわち、文献 1 の M E T s を用いた消費カロリー算出アルゴリズムのみの場合、活動状態のときは活動時代謝の消費カロリーが、安静状態のときは安静時代謝の消費カロリーが、算出されている。(図 9 では、活動時代謝の消費カロリーは、前記消費カロリー算出知識レコード 4 5 0 E のように、式 1 と体動量 A c を用いて消費カロリーを算出している。)

そのため、生活活動状態が活動状態から安静状態に変わった後は、安静時代謝の消費カロリーを算出することになる。

## 【 0 1 0 3 】

しかし、生活活動状態が活動状態から安静状態に変わった後でも、身体内部のエネルギー代謝は、即時、活動代謝状態から安静代謝状態に切り替わるわけではなく、緩やかに減少していくと考えられる。これは、前記 1 1 1 0 で示すように、脈拍が安静状態に向かって緩やかに減少していくことから判る。そのため、生活活動状態に応じて算出された消費カロリーだけでは、実際の消費カロリーに対して誤差が生じることとなる。

## 【 0 1 0 4 】

一方、活動後代謝に応じて算出された消費カロリーの場合、生活活動状態が活動状態から安静状態に変わった後、すなわち、活動後代謝状態の場合は、脈拍数に応じて消費カロリーを算出するので、消費カロリーが緩やかに減少していくことになる。

## 【 0 1 0 5 】

このように、活動後代謝状態の場合、身体内部のエネルギー代謝を反映する脈拍を用いて消費カロリーを算出するので、身体活動に伴うエネルギー代謝を反映する生活活動状態からでは算出できないエネルギー代謝を加味することができる。よって、活動後代謝状態の場合、脈拍を用いて消費カロリーを算出することで、生活活動状態に応じて算出する消費カロリーと比較し、より正確に消費カロリーを算出することができる。このように、代謝状態に応じて、生活活動状態に対する消費カロリーを算出するアルゴリズムを変えることで、常時消費カロリーを高精度に算出することができる。

## 【 0 1 0 6 】

このように、代謝状態に応じて出力方法を変えて表示することで、ユーザは身体内部のエネルギー代謝の様子を簡易に確認できる。また、活動後代謝によるエネルギー代謝の様子を他の代謝状態と識別可能なように出力するので、ユーザは身体活動の効果を、活動終了後においても簡易に確認できる。

## 【 0 1 0 7 】

以上説明した代謝量モニタリング装置及びシステムにより、身体活動に伴う身体内部のエネルギー代謝の状態を判定することができるので、消費カロリーを高精度に算出することが可能となる。

## 【 0 1 0 8 】

また、活動後代謝によるエネルギー代謝の様子を他の代謝状態と識別可能なように出力するので、ユーザは身体活動の効果を、活動終了後においても簡易に確認できる。

## 【 0 1 0 9 】

これにより、利用者は、日常生活の下で、簡単かつ正確にエネルギー代謝を把握できるので、日頃の健康管理や、健康増進、生活習慣病予防に活用することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 1 1 0 】

【図 1】本発明の実施例である代謝量モニタリング装置及びシステムの構成図。

【図 2】ユーザ情報データベースの例。

【図 3】データ蓄積データベースの例。

【図 4】知識ベースの例。

【図 5】装着型デバイスの動作を表すフローチャート。

【図 6】無線中継器の動作を表すフローチャート。

【図 7】データ受信時のデータサーバの動作を表すフローチャート。

10

20

30

40

50

【図 8】代謝状態判定時のデータサーバの動作を表すフローチャート。

【図 9】入出力用端末の画面の例。

【図 10】装着型デバイスがリストバンドに組み込まれているときの構成図。

【図 11】装着型デバイス出力部の画面の例。

【符号の説明】

【 0 1 1 1 】

1 0 0 データサーバ ,  
1 0 1 DS 制御部 , 1 0 2 DS メモリ , 1 0 5 生活活動状態判定部 , 1 0 6 代謝  
状態判定部 , 1 0 7 消費カロリー算出部 , 1 0 8 DS 通信部 , 1 1 1 ユーザ情報デ  
ータベース , 1 1 2 データ蓄積データベース , 1 1 3 知識ベース ,

10

1 2 0 入出力端末 ,  
1 4 0 ネットワーク ,  
1 5 0 装着型デバイス ,  
1 5 1 WD 制御部 , 1 5 2 WD メモリ , 1 5 3 WD \_\_ I D 記憶部 ,  
1 5 4 WD 演算部 , 1 5 5 WD 無線通信部 , 1 5 6 脈波センサ ,  
1 5 8 温度センサ , 1 5 9 体動センサ ,

1 7 0 無線中継器 ,

20

2 0 0 ユーザ情報データベースの例 ,  
2 1 0 ユーザ個人情報テーブル ,

3 0 0 データ蓄積データベースの例 ,  
3 1 0 ユーザデータ履歴テーブル ,

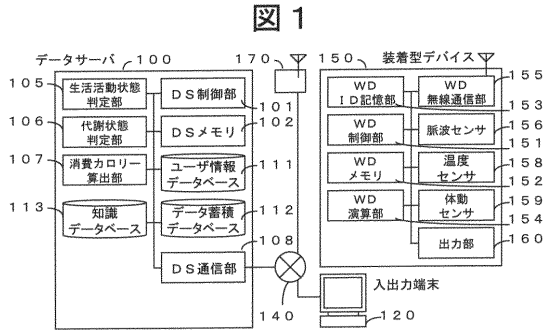
4 0 0 知識ベースの例 ,  
4 2 0 生活活動状態判定知識テーブル ,  
4 5 0 消費カロリー算出知識テーブル ,

30

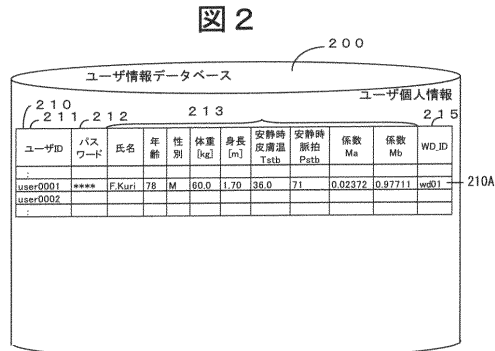
6 0 1 ~ 6 0 5 装着型デバイスの動作を表わすフローチャートの各ステップ ,  
7 0 1 ~ 7 0 3 無線中継器の動作を表わすフローチャートの各ステップ ,  
8 0 1 ~ 8 0 7 データサーバのデータ受信時の動作を表わすフローチャートの各ステッ  
プ ,  
8 A 0 1 ~ 8 A 0 4 データサーバの代謝状態を判定するときの動作を表わすフローチャ  
ートの各ステップ ,

1 1 0 0 入出力端末の画面例 ,  
1 3 0 0 装着型デバイス出力部の画面例 ,

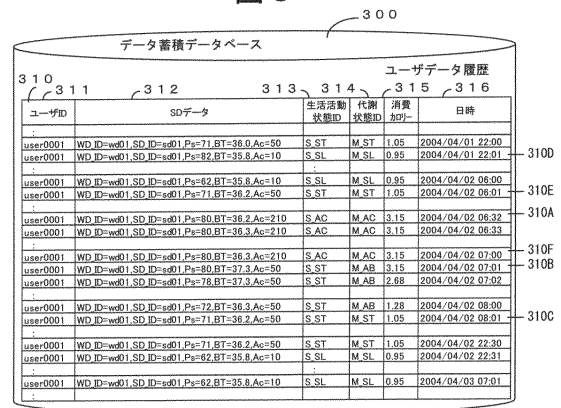
【図 1】



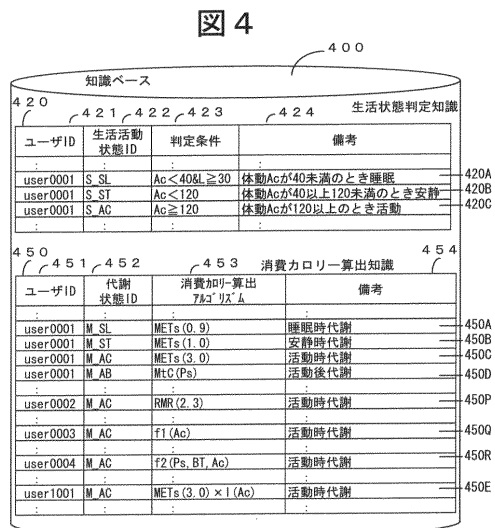
【図 2】



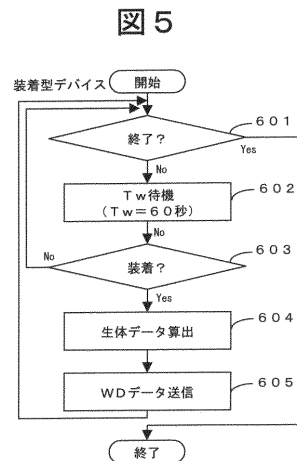
【図 3】



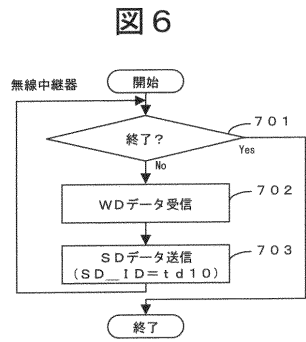
【図 4】



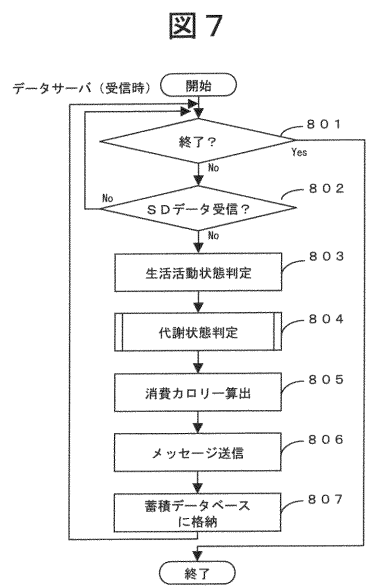
【図 5】



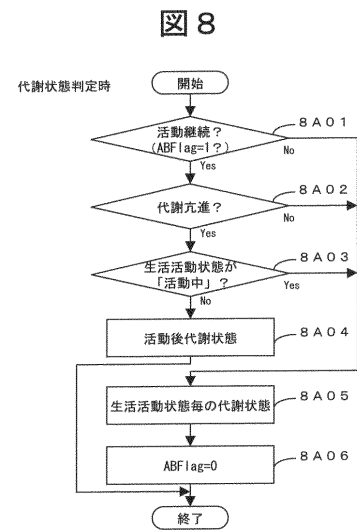
【図 6】



【図 7】

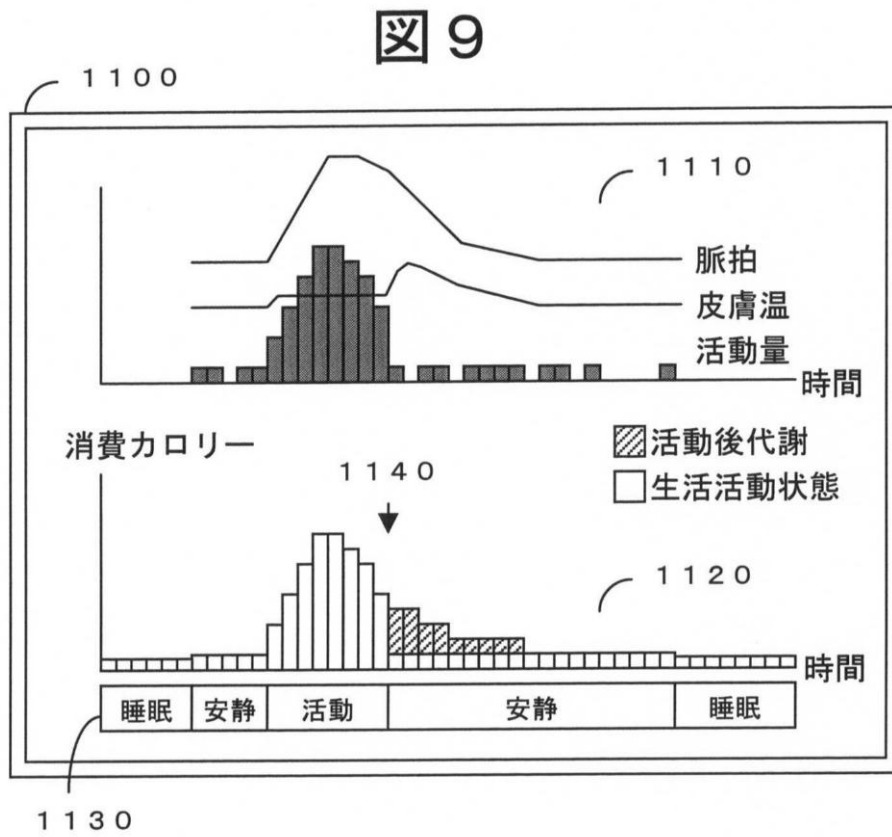


【図 8】

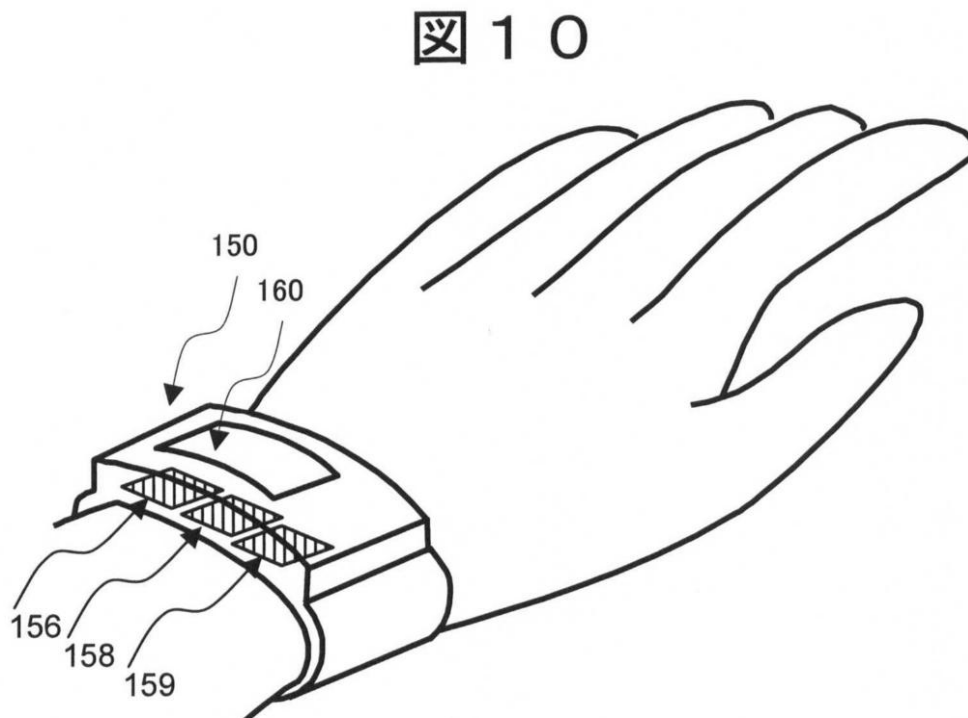




【図 9】

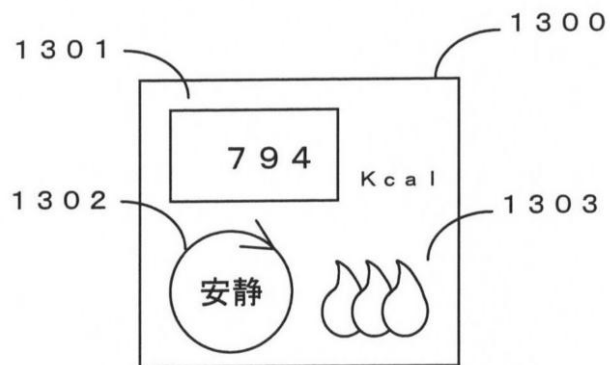


【図 10】

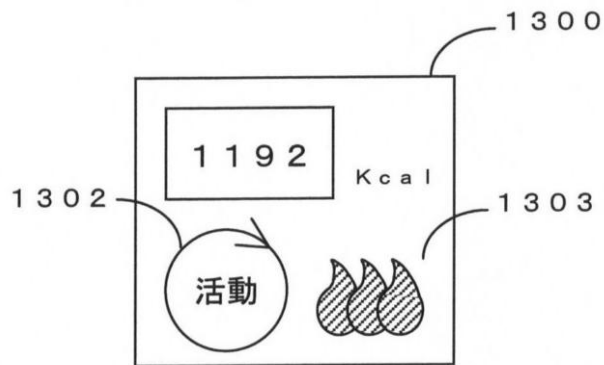


【図 11】

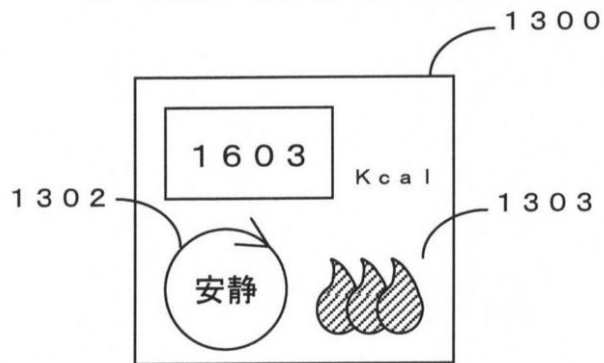
図 11



(a) 生活活動代謝状態（安静の場合）



(b) 生活活動代謝状態（活動の場合）



(c) 活動後代謝状態

---

フロントページの続き

審査官 五閑 統一郎

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 1 2 9 8 8 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 6 - 0 7 5 1 8 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 3 - 0 9 3 3 7 2 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
A 6 1 B 5 / 0 0  
G 0 6 Q 5 0 / 2 2