

(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2016-87304

(P2016-87304A)

(43) 公開日 平成28年5月23日(2016.5.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/01 (2006.01)	A 6 1 B 5/00 1 0 1 E	4 C 1 1 7
A 6 1 B 5/00 (2006.01)	A 6 1 B 5/00 N	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-228076 (P2014-228076)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成26年11月10日 (2014.11.10)		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
		Fターム(参考)	4C117 XB01 XC13 XE06 XE23 XG03 XH02 XJ05

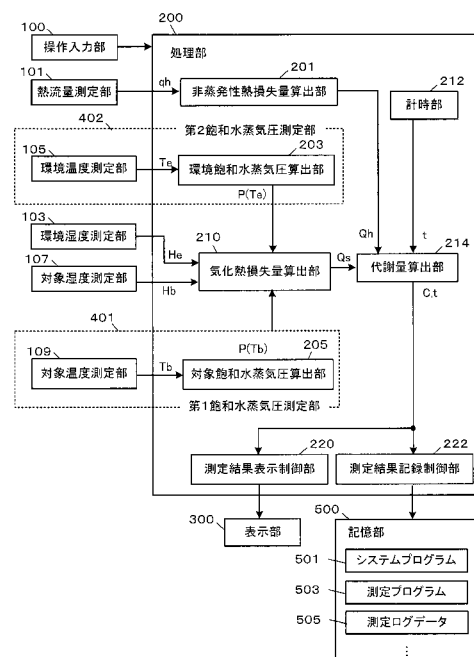
(54) 【発明の名称】 気化熱損失量測定装置、代謝量測定装置および気化熱損失量測定方法

(57) 【要約】

【課題】測定対象物からの気化熱損失量を正確に測定する技術を提供することを第1の目的とする。また、そうして求めた気化熱損失量に基づいてより正確な代謝量を測定する技術を提供することを第2の目的とする。

【解決手段】気化熱損失量測定装置10は、周辺環境の大気の湿度 H_e と気温 T_e を環境湿度測定部103と環境温度測定部105とで測定する。また、測定対象物2の表面近傍の大気の湿度 H_b と気温 T_b を対象湿度測定部107と対象温度測定部109とで測定する。そして、環境湿度 H_e と、環境気温 T_e と、対象湿度 H_b と、対象温度 T_b とを用いて測定対象物2の表面からの気化熱損失量 Q_s を算出する。また、熱流量測定部101の測定結果に基づいて非蒸発性熱損失量 Q_h を算出し、気化熱損失量 Q_s と非蒸発性熱損失量 Q_h とを用いて代謝量 C を算出する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

測定対象物の表面付近の温度である第 1 温度を測定する第 1 温度センサーと、
前記測定対象物の表面付近の湿度である第 1 湿度を測定する第 1 湿度センサーと、
環境の温度である第 2 温度を測定する第 2 温度センサーと、
前記環境の湿度である第 2 湿度を測定する第 2 湿度センサーと、
前記第 1 温度と前記第 1 湿度と前記第 2 温度と前記第 2 湿度とを用いて、前記測定対象物の気化熱損失量を算出する気化熱損失量算出部と、
を備えた気化熱損失量測定装置。

【請求項 2】

前記気化熱損失量算出部は、前記第 1 温度に基づいて前記測定対象物の表面付近の飽和水蒸気圧である第 1 飽和水蒸気圧を算出し、前記第 2 温度に基づいて前記環境の飽和水蒸気圧である第 2 飽和水蒸気圧を算出し、前記第 1 飽和水蒸気圧と前記第 1 湿度との比、及び、前記第 2 飽和水蒸気圧と前記第 2 湿度との比に基づいて前記気化熱損失量を算出する、
請求項 1 に記載の気化熱損失量測定装置。

【請求項 3】

測定対象物の表面付近の飽和水蒸気圧である第 1 飽和水蒸気圧を測定する第 1 飽和水蒸気圧測定部と、
環境の飽和水蒸気圧である第 2 飽和水蒸気圧を測定する第 2 飽和水蒸気圧測定部と、
前記第 1 飽和水蒸気圧と前記第 2 飽和水蒸気圧とを用いて、前記測定対象物の気化熱損失量を算出する気化熱損失量算出部と、
を備えた気化熱損失量測定装置。

【請求項 4】

測定対象物の表面付近の湿度である第 1 湿度を測定する第 1 湿度センサーと、
環境の湿度である第 2 湿度を測定する第 2 湿度センサーと、
前記第 1 湿度と前記第 2 湿度とを用いて、前記測定対象物の気化熱損失量を算出する気化熱損失量算出部と、
を備えた気化熱損失量測定装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の気化熱損失量測定装置と、
前記測定対象物の表面から前記環境への熱流量を測定する熱流量測定部と、
前記熱流量に基づいて前記測定対象物からの非蒸発性熱損失量を算出する非蒸発性熱損失量算出部と、
前記気化熱損失量測定装置により測定された気化熱損失量と、前記非蒸発性熱損失量とを用いて、前記測定対象物の代謝量を算出する代謝量算出部と、
を備えた代謝量測定装置。

【請求項 6】

測定対象物の表面付近の温度である第 1 温度を測定することと、
前記測定対象物の表面付近の湿度である第 1 湿度を測定することと、
環境の温度である第 2 温度を測定することと、
前記環境の湿度である第 2 湿度を測定することと、
前記第 1 温度と前記第 1 湿度と前記第 2 温度と前記第 2 湿度とを用いて、前記測定対象物の気化熱損失量を算出することと、
を含む気化熱損失量測定方法。

【請求項 7】

測定対象物の表面付近の飽和水蒸気圧である第 1 飽和水蒸気圧を測定することと、
環境の飽和水蒸気圧である第 2 飽和水蒸気圧を測定することと、
前記第 1 飽和水蒸気圧と前記第 2 飽和水蒸気圧とを用いて、前記測定対象物の気化熱損失量を算出することと、

10

20

30

40

50

を含む気化熱損失量測定方法。

【請求項 8】

測定対象物の表面付近の湿度である第 1 湿度を測定することと、
環境の湿度である第 2 湿度を測定することと、
前記第 1 湿度と前記第 2 湿度とを用いて、前記測定対象物の気化熱損失量を算出することと、

を含む気化熱損失量測定方法

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、気化熱損失量測定装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

人体の体温は、人体から放出される熱により維持されている。この体温を維持するための代謝を基礎代謝という。すなわち、人体から放出される熱を測定すれば代謝量を知ることができる。

【0003】

例えば、特許文献 1 では着用者の身体から生理学的情報又はコンテキスト情報を求める技術が開示されている。例えば、カロリー消費や基礎代謝率を、心拍数、脈搏数、呼吸数、熱流、酸素消費量から求める方法が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2011-120917 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 には、皮膚電気抵抗を測定することで発汗量を検知する構成については開示されているが、蒸発性熱損失すなわち気化熱損失を求める技術については開示されていない。発汗した水分のうちどれだけが気化したかは環境の湿度に依存するため、発汗が多い運動時や暑熱環境時においては、発汗量だけでは発汗による気化熱量を正確に測定できない。

30

【0006】

なお、こうした問題は、測定対象が人体の場合に限らず、他の生物の発汗による熱損失の計測や、工場の配管や貯蔵施設などにおける気化熱損失の計測においても同様のことがいえる。

【0007】

本発明は、測定対象物からの気化熱損失量（蒸発性熱損失量）を正確に測定する技術を提供することを第 1 の目的とする。また、そうして求めた気化熱損失量に基づいてより正確な代謝量を測定する技術を提供することを第 2 の目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

以上の課題を解決するための第 1 の発明は、測定対象物の表面付近の温度である第 1 温度を測定する第 1 温度センサーと、前記測定対象物の表面付近の湿度である第 1 湿度を測定する第 1 湿度センサーと、環境の温度である第 2 温度を測定する第 2 温度センサーと、前記環境の湿度である第 2 湿度を測定する第 2 湿度センサーと、前記第 1 温度と前記第 1 湿度と前記第 2 温度と前記第 2 湿度とを用いて、前記測定対象物の気化熱損失量を算出する気化熱損失量算出部と、を備えた気化熱損失量測定装置である。

【0009】

第 2 の発明は、前記気化熱損失量算出部が、前記第 1 温度に基づいて前記測定対象物の

50

表面付近の飽和水蒸気圧である第 1 飽和水蒸気圧を算出し、前記第 2 温度に基づいて前記環境の飽和水蒸気圧である第 2 飽和水蒸気圧を算出し、前記第 1 飽和水蒸気圧と前記第 1 湿度との比、及び、前記第 2 飽和水蒸気圧と前記第 2 湿度との比に基づいて前記気化熱量損失量を算出する、第 1 の発明の気化熱損失量測定装置である。

【 0 0 1 0 】

第 3 の発明は、測定対象物の表面付近の飽和水蒸気圧である第 1 飽和水蒸気圧を測定する第 1 飽和水蒸気圧測定部と、環境の飽和水蒸気圧である第 2 飽和水蒸気圧を測定する第 2 飽和水蒸気圧測定部と、前記第 1 飽和水蒸気圧と前記第 2 飽和水蒸気圧とを用いて、前記測定対象物の気化熱損失量を算出する気化熱損失量算出部と、を備えた気化熱損失量測定装置である。

10

【 0 0 1 1 】

第 4 の発明は、測定対象物の表面付近の湿度である第 1 湿度を測定する第 1 湿度センサーと、環境の湿度である第 2 湿度を測定する第 2 湿度センサーと、前記第 1 湿度と前記第 2 湿度とを用いて、前記測定対象物の気化熱損失量を算出する気化熱損失量算出部と、を備えた気化熱損失量測定装置である。

【 0 0 1 2 】

第 1 ～ 第 4 の発明の何れにおいても、測定対象物から周辺大気への蒸発性の熱損失量、すなわち気化熱損失量を正確に測定することができる。

【 0 0 1 3 】

第 5 の発明は、第 1 ～ 第 4 の何れかの発明の気化熱損失量測定装置と、前記測定対象物の表面から前記環境への熱流量を測定する熱流量測定部と、前記熱流量に基づいて前記測定対象物からの非蒸発性熱損失量を算出する非蒸発性熱損失量算出部と、前記気化熱損失量測定装置により測定された気化熱損失量と、前記非蒸発性熱損失量とを用いて、前記測定対象物の代謝量を算出する代謝量算出部と、を備えた代謝量測定装置である。

20

【 0 0 1 4 】

第 5 の発明によれば、第 1 ～ 第 4 の何れかの発明により得られる正確な気化熱損失量を用いて代謝量を算出することができる。

【 0 0 1 5 】

第 6 の発明は、測定対象物の表面付近の温度である第 1 温度を測定することと、前記測定対象物の表面付近の湿度である第 1 湿度を測定することと、環境の温度である第 2 温度を測定することと、前記環境の湿度である第 2 湿度を測定することと、前記第 1 温度と前記第 1 湿度と前記第 2 温度と前記第 2 湿度とを用いて、前記測定対象物の気化熱損失量を算出することと、を含む気化熱損失量測定方法である。

30

【 0 0 1 6 】

第 6 の発明によれば、第 1 の発明と同様の効果が得られる。

【 0 0 1 7 】

第 7 の発明は、測定対象物の表面付近の飽和水蒸気圧である第 1 飽和水蒸気圧を測定することと、環境の飽和水蒸気圧である第 2 飽和水蒸気圧を測定することと、前記第 1 飽和水蒸気圧と前記第 2 飽和水蒸気圧とを用いて、前記測定対象物の気化熱損失量を算出することと、を含む気化熱損失量測定方法である。

40

【 0 0 1 8 】

第 7 の発明によれば、第 3 の発明と同様の効果が得られる。

【 0 0 1 9 】

第 8 の発明は、測定対象物の表面付近の湿度である第 1 湿度を測定することと、環境の湿度である第 2 湿度を測定することと、前記第 1 湿度と前記第 2 湿度とを用いて、前記測定対象物の気化熱損失量を算出することと、を含む気化熱損失量測定方法である。

【 0 0 2 0 】

第 8 の発明によれば、第 4 の発明と同様の効果が得られる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

50

【図 1】第 1 実施形態における気化熱損失量測定装置兼代謝量測定装置の構成例を示す図。

【図 2】第 1 実施形態の気化熱損失量測定装置兼代謝量測定装置の機能構成例を示す機能ブロック図。

【図 3】第 1 実施形態の気化熱損失量測定装置兼代謝量測定装置による 1 回の気化熱損失量測定に係る処理の流れを説明するためのフローチャート。

【図 4】第 2 実施形態における気化熱損失量測定装置兼代謝量測定装置の構成例を示す図。

【図 5】第 2 実施形態の気化熱損失量測定装置兼代謝量測定装置の機能構成例を示す機能ブロック図。

10

【図 6】第 2 実施形態の気化熱損失量測定装置兼代謝量測定装置による 1 回の測定に係る処理の流れを説明するためのフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0022】

〔第 1 実施形態〕

図 1 は、本実施形態における気化熱損失量測定装置兼代謝量測定装置（以下、単に「気化熱量測定装置」と呼ぶ。）の構成例を示す図である。

本実施形態の気化熱損失量測定装置 10 は、測定対象物 2（本実施形態では人体）の手首に装着可能にデザインされている。勿論、装着部位は手首に限るものではなく、頸部、上腕部、足首、胸回り、胴回りなど適宜変更可能である。更には、測定対象物は動物などの人以外とすることもできる。

20

【0023】

気化熱損失量測定装置 10 は、気化熱損失量と代謝量とを算出するためのセンサーを搭載したコンピューターである。装置本体 11 の側部に、固定バンド 12 と、主電源操作等の操作入力に使用できる操作スイッチ 14 とを備えており、固定バンド 12 により装置本体 11 の裏面が測定対象物 2 の表面（本実施形態では手首の皮膚面）に密着或いは僅かに隙間を有して当接するように構成されている。

【0024】

装置本体 11 の表面（正面：測定対象物 2 と反対側に向いた面）には、タッチパネル 16 と、環境湿度センサー 22 と、環境温度センサー 24 と、が備えられている。

30

環境湿度センサー 22 は、公知の湿度センサーにより実現され、測定対象物 2 の周辺環境の大気の湿度を測定する。環境温度センサー 24 は、公知の温度センサーにより実現され、測定対象物 2 の周辺環境の気温を測定する。

【0025】

装置本体 11 の裏面（背面：装着時に測定対象物 2 へ向く面）には、対象湿度センサー 32 と、対象温度センサー 34 と、が備えられている。対象湿度センサー 32 と対象温度センサー 34 は、それぞれ測定対象物 2 の表面近傍の大気の湿度と気温を測定するセンサーである。何れも公知のセンサーにより実現できる。

【0026】

また、装置本体 11 の裏面から表面へ貫くようにして熱流量センサー 36 が設けられている。熱流量センサー 36 は内部に伝熱材を有し、伝熱材の背面と表面の温度差と、伝熱材の熱伝導率とから熱流束密度を測定する公知のセンサーである。

40

【0027】

装置本体 11 の内部には、バッテリー 40 と、制御基板 50 とが内蔵されている。

制御基板 50 は、CPU（中央演算装置）51 と、IC メモリー 52 と、タッチパネルコントローラー 53 と、無線通信器 54 と、インターフェースコントローラー 55 とを搭載する。勿論、これら以外の電子・電気部品も適宜搭載することができる。

【0028】

タッチパネルコントローラー 53 は、タッチパネル 16 への画像表示制御や、タッチパネル 16 へなされたタッチ操作に応じた操作入力信号の出力制御などを行う機能が纏めら

50

れた公知の電子部品や集積回路等である。

【0029】

無線通信器54は、公知の無線通信回路（例えば、携帯電話網、近距離無線、無線LANなど）に接続するための公知の電子部品や無線通信器である。

【0030】

インターフェースコントローラ55は、操作スイッチ14や各種センサーとCPU51との間の信号入出力制御の機能を有する公知の電子部品や集積回路等である。

【0031】

CPU51は、ICメモリー52に記憶されているプログラムを読み出して実行し、気化熱損失量測定装置10の動作を統合的に制御するための各種機能を実現する。

10

例えば、

- 1) 操作スイッチ14やタッチパネル16からの操作入力を受け付ける機能、
 - 2) タッチパネル16へユーザーインターフェース画面を表示させる機能、
 - 3) 各種センサーから測定結果を取得する機能、
 - 4) 測定結果に基づいて測定対象物2からの気化熱損失量（本実施形態では発汗気化熱損失量）を算出する機能、
 - 5) 代謝量を算出する機能、
 - 6) 計時機能、
 - 7) 算出した気化熱損失量と代謝量とをタッチパネル16にて表示させる表示制御機能、
 - 8) 算出した気化熱損失量と代謝量とをICメモリー52に保存するデータログ機能、
- を実現する。勿論、これら以外の機能も適宜実現させてもよい。

20

【0032】

図2は、本実施形態の気化熱損失量測定装置10の機能構成例を示す機能ブロック図である。本実施形態の気化熱損失量測定装置10は、操作入力部100と、熱流量測定部101と、環境湿度測定部103と、環境温度測定部105と、対象湿度測定部107と、対象温度測定部109と、処理部200と、表示部300と、記憶部500とを有する。

【0033】

操作入力部100は、オペレータ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処理部200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、トラックパッド、マウス、などにより実現できる。図1の操作スイッチ14やタッチパネル16がこれに該当する。

30

【0034】

熱流量測定部101は、測定対象物2の表面から環境へ非蒸発性熱損失となる放熱にかかる熱流量を測定する。本実施形態では、図1の熱流量センサー36がこれに該当し、熱流束密度 q_h を測定し処理部200へ出力する。

【0035】

環境湿度測定部103と、対象湿度測定部107と、対象温度測定部109とは、水蒸気圧を算出するためのパラメーター値を計測する。

具体的には、環境湿度測定部103は、外部環境の相対湿度である環境湿度 H_e （単位は、通常、パーセント、%、を使用する）を測定し、測定結果に応じた信号を処理部200へ出力する。図1では環境湿度センサー22がこれに該当する。

40

環境温度測定部105は、外部環境の温度である環境温度 T_e を測定し、測定結果に応じた信号を処理部200へ出力する。図1では環境温度センサー24がこれに該当する。

対象湿度測定部107は、測定対象物2の近傍の相対湿度である対象湿度 H_b （単位は、通常、パーセント、%、を使用する）を測定し、測定結果に応じた信号を処理部200へ出力する。図1では対象湿度センサー32がこれに該当する。

対象温度測定部109は、測定対象物2の近傍の温度である対象温度 T_b を測定し、測定結果に応じた信号を処理部200へ出力する。図1では対象温度センサー34がこれに該当する。

50

【 0 0 3 6 】

処理部 2 0 0 は、演算処理等により気化熱損失量測定装置 1 0 の各種機能を実現する。
図 1 の制御基板 5 0 がこれに該当する。本実施形態では、非蒸発性熱損失量算出部 2 0 1
と、環境飽和水蒸気圧算出部 2 0 3 と、対象飽和水蒸気圧算出部 2 0 5 と、気化熱損失量
算出部 2 1 0 と、計時部 2 1 2 と、代謝量算出部 2 1 4 と、測定結果表示制御部 2 2 0 と
、測定結果記録制御部 2 2 2 と、を有する。

【 0 0 3 7 】

非蒸発性熱損失量算出部 2 0 1 は、熱流束密度 q_h に所定の比例定数 L を乗算して非蒸
発性熱損失量 Q_h を算出する。

【 0 0 3 8 】

環境飽和水蒸気圧算出部 2 0 3 は、環境温度 T_e を用い、常圧付近の飽和水蒸気曲線を
導く公知の関数（飽和水蒸気関数と称する、例えば、アントワン式（Antoine equation）
など）から環境飽和水蒸気圧 $P(T_e)$ を算出する。本実施形態では、この環境飽和水蒸
気圧算出部 2 0 3 と、環境温度測定部 1 0 5 とにより、第 2 飽和水蒸気圧測定部 4 0 2 を
構成する。飽和水蒸気圧は温度の関数として一意的に定まる。従って、記憶部 5 0 0 に温
度と飽和蒸気圧との関係をルックアップテーブルの形などで記憶させておき、環境飽和水
蒸気圧算出部 2 0 3 は、環境温度 T_e の際の環境飽和水蒸気圧 $P(T_e)$ を、ルックアッ
プテーブル（飽和水蒸気圧ルックアップテーブルと称す）を参照して求めても良い。

【 0 0 3 9 】

対象飽和水蒸気圧算出部 2 0 5 は、対象温度 T_b を用い、常圧付近の飽和水蒸気曲線を
導く公知の関数（飽和水蒸気関数）から測定対象表面近傍の対象飽和水蒸気圧 $P(T_b)$
を算出する。本実施形態では、この対象飽和水蒸気圧算出部 2 0 5 と、対象温度測定部 1
0 9 とで、第 1 飽和水蒸気圧測定部 4 0 1 を構成する。先と同様に、対象飽和水蒸気圧算
出部 2 0 5 は、対象温度 T_b の際の対象飽和水蒸気圧 $P(T_b)$ を、飽和水蒸気圧ルック
アップテーブルを参照して求めても良い。

【 0 0 4 0 】

気化熱損失量算出部 2 1 0 は、環境湿度 H_e や環境温度 T_e 、環境飽和水蒸気圧 $P(T_e)$ 、
対象飽和水蒸気圧 $P(T_b)$ 、などを用いて測定対象物 2 の表面からの気化熱損失
量 Q_s を算出する。

【 0 0 4 1 】

具体的な算出方法は次の通りである。

すなわち、一般に大気の水蒸気量は大気の水蒸気圧に比例する。このため、式（ 1 ）に
示すように、環境湿度 H_e （測定対象物 2 を取り囲む環境大気の相対湿度）は環境温度 T_e
における環境飽和水蒸気圧 $P(T_e)$ に対する環境の水蒸気圧 P_e （環境水蒸気圧 P_e
と称する事もある）の割合として表される。

【 数 1 】

$$H_e = \frac{P_e}{P(T_e)} \quad \cdots \text{式 (1)}$$

【 0 0 4 2 】

また、同様にして測定対象物 2 の表面近傍の相対湿度である対象湿度 H_b は、式（ 2 ）
に示すように、対象温度 T_b における対象飽和水蒸気圧 $P(T_b)$ に対する測定対象近傍
の水蒸気圧 P_b （対象水蒸気圧 P_b と称する事もある）の割合として表される。

【 数 2 】

$$H_b = \frac{P_b}{P(T_b)} \quad \cdots \text{式 (2)}$$

【 0 0 4 3 】

そして、一般に汗などの表面に付着した液体の気化度合いは水蒸気圧の差に比例するの
で、気化熱損失量 Q_s は式（ 1 ）及び式（ 2 ）から式（ 3 ）のように求めることができる

。なお、Kは比例定数である。この様に、気化熱損失量算出部210は、環境水蒸気圧 P_e と対象水蒸気圧 P_b との差に比例定数Kを乗じて気化熱損失量 Q_s を求める。尚、式(3)の右辺に示す様に、気化熱損失量算出部210は、対象湿度 H_b と対象飽和水蒸気圧 $P(T_b)$ との積と、環境湿度 H_e と環境飽和水蒸気圧 $P(T_e)$ との積と、の差に比例定数Kを乗じて気化熱損失量 Q_s を求めても良い。

【数3】

$$Q_s = K(P_b - P_e) = K(H_b \cdot P(T_b) - H_e \cdot P(T_e)) \quad \cdots \text{式(3)}$$

【0044】

計時部212は、時間経過を計る。例えば、システムクロックを用いた公知の計時方法や、時計により実現される。

10

【0045】

代謝量算出部214は、非蒸発性熱損失量 Q_h と気化熱損失量 Q_s とから、時刻 t における代謝量 C を算出する。具体的には、式(4)で算出する。但し、S及びHは定数であって、代謝量 C の真値を呼気ガス測定などにより実測し、同時に人体に別途専用の装置を装着して測定した非蒸発性熱損失量 Q_h と気化熱損失量 Q_s とを用いて重回帰分析などの公知の多変量解析を用いて予め求めておくものとする。

【数4】

$$C = S \cdot Q_s + H \cdot Q_h \quad \cdots \text{式(4)}$$

20

【0046】

なお、定数S及びHは、環境温度 T_e 及び対象温度 T_b を変数として式(5)や式(6)から求めるとしてもよい。ただし、係数 M_1 、 M_2 及び係数 N_1 、 N_2 は、予め呼気ガス測定などにより測定された代謝の真値に対して最適となるように重回帰分析などの公知の多変量解析を用いて求める。そして、例えば環境温度 T_e 及び対象温度 T_b に対するテーブルデータとして記憶しておくものとする。

【数5】

$$S = M_1 \cdot T_e + N_1 \cdot T_b \quad \cdots \text{式(5)}$$

【数6】

$$H = M_2 \cdot T_e + N_2 \cdot T_b \quad \cdots \text{式(6)}$$

30

【0047】

測定結果表示制御部220は、気化熱損失量 Q_s 、非蒸発性熱損失量 Q_h 、代謝量 C などの測定結果を表示部300にて表示するための制御を行う。これらの数値を時系列に表示するとしても良いし、グラフ表示するとしてもよい。

【0048】

表示部300は、画像表示手段であって、フラットパネルディスプレイなどの画像表示装置により実現される。図1ではタッチパネル16がこれに該当する。

【0049】

測定結果記録制御部222は、測定結果を記憶部500の測定ログデータ505に時系列に格納・記録させるデータロガーとしての機能を実現する。データロガーとしての機能は適宜公知技術を用いることで実現できる。

40

【0050】

記憶部500は、ICメモリーやハードディスク、光学ディスクなどの記憶媒体により実現され、各種プログラムや、処理部200の演算過程のデータなどの各種データを記憶する。図1ではICメモリー52がこれに該当する。

本実施形態では、システムプログラム501と、測定プログラム503と、測定ログデータ505とを記憶する。その他、計時用のカウンターなど、勿論、これら以外のデータも適宜格納することができる。

50

【 0 0 5 1 】

システムプログラム 5 0 1 は、処理部 2 0 0 にコンピューターとしての基本的な機能を実現させるための基本プログラムである。

測定プログラム 5 0 3 は、基本プログラムが実行されている状態で実行するアプリケーションプログラムである。処理部 2 0 0 に、非蒸発性熱損失量算出部 2 0 1 と、環境飽和水蒸気圧算出部 2 0 3 と、対象飽和水蒸気圧算出部 2 0 5 と、気化熱損失量算出部 2 1 0 と、計時部 2 1 2 と、代謝量算出部 2 1 4 と、測定結果表示制御部 2 2 0 と、測定結果記録制御部 2 2 2 としての機能を実現させる。なお、処理部 2 0 0 が有する機能をハードウェアで実現する場合には、該当する機能を実現させるためのプログラム要素を測定プログラム 5 0 3 から適宜省略することができる。

10

【 0 0 5 2 】

測定ログデータ 5 0 5 は、測定結果を時系列に格納する。本実施形態では、測定順に自動付与される測定番号と、測定日時と、測定結果とを対応づけて、時系列に格納する。勿論、これら以外のデータも適宜対応づけて格納することができる。

【 0 0 5 3 】

次に、気化熱損失量測定装置 1 0 の動作について説明する。

図 3 は、気化熱損失量測定装置 1 0 による 1 回の気化熱損失量測定に係る処理の流れを説明するためのフローチャートである。なお、連続的に或いは断続的に測定を繰り返す場合には、適宜当該フローチャートを繰り返し実行するものとする。

20

【 0 0 5 4 】

気化熱損失量測定装置 1 0 の処理部 2 0 0 は、先ず環境湿度 H_e と環境温度 T_e とを測定し（ステップ S 2）、環境飽和水蒸気圧 $P(T_e)$ を算出する（ステップ S 4）。更に、対象湿度 H_b と対象温度 T_b とを測定し（ステップ S 6）、測定対象物 2 の表面近傍の対象飽和水蒸気圧 $P(T_b)$ を算出する（ステップ S 8）。なお、ステップ S 2 及びステップ S 4 に先行して、ステップ S 6 及びステップ S 8 を実行する構成でも構わない。

【 0 0 5 5 】

そして、気化熱損失量測定装置 1 0 は、環境湿度 H_e と、環境飽和水蒸気圧 $P(T_e)$ と、対象湿度 H_b と、対象飽和水蒸気圧 $P(T_b)$ とから、気化熱損失量 Q_s を算出する（ステップ S 3 0）。

30

【 0 0 5 6 】

次に、気化熱損失量測定装置 1 0 は、熱流束密度 q_h を測定して（ステップ S 3 2）、非蒸発性熱損失量 Q_h を算出する（ステップ S 3 4）。

【 0 0 5 7 】

次いで、気化熱損失量 Q_s と非蒸発性熱損失量 Q_h とを用いて代謝量 C を算出し（ステップ S 3 6）、算出した代謝量 C をタッチパネル 1 6 に表示させ、I C メモリー 5 2 に記憶させる（ステップ S 3 8）。

【 0 0 5 8 】

以上、本実施形態によれば、測定対象物 2 の表面からの気化熱損失量 Q_s （蒸発性熱損失量）を、環境の相対湿度の影響を考慮して正確に測定できる。そして、求めた気化熱損失量 Q_s に基づいてより正確な代謝量 C を求めることが可能になる。

40

【 0 0 5 9 】

〔第 2 実施形態〕

次に、本発明を適用した第 2 実施形態について説明する。なお、以降では主に第 1 実施形態との差異について述べることにし、第 1 実施形態と同様の構成要素については同じ符号を付与して重複する説明は省略するものとする。

【 0 0 6 0 】

図 4 は、本実施形態における気化熱損失量測定装置 1 0 B の構成例を示す図である。本実施形態の気化熱損失量測定装置 1 0 B は、測定対象物 2 に押し当てるセンサーユニット 6 0 と、センサーユニット 6 0 とデータ通信可能に接続された演算ユニット 6 2 とで構成される。

50

【 0 0 6 1 】

センサーユニット 6 0 は、ユニット本体 6 1 の側面に操作スイッチ 1 4 を有する。

また、ユニット本体 6 1 の表面には、センサー収容空間 7 0 が凹設されており、その内部に、環境大気露点を測定する環境露点センサー 7 2 と、同環境の気温を測定する環境温度センサー 2 4 とが配置されている。ユニット本体 6 1 の裏面にもセンサー収容空間 7 0 が設けられており、その内部には、測定対象物 2 の表面近傍大気露点を測定する対象露点センサー 7 6 と、同近傍大気の気温を測定する対象温度センサー 3 4 とが配置されている。そして、ユニット本体 6 1 の表面と裏面を貫通するようにして熱流量センサー 3 6 が設けられている。なお、環境露点センサー 7 2 及び対象露点センサー 7 6 は、公知の「露点センサー」「露点温度センサー」「水分量センサー」などにより実現される。

10

【 0 0 6 2 】

センサーユニット 6 0 は、通信コントローラ 8 0 と、無線通信器 5 4 とを内蔵しており、環境露点センサー 7 2 と、環境温度センサー 2 4 と、対象露点センサー 7 6 と、対象温度センサー 3 4 と、熱流量センサー 3 6 とで測定されたデータは、逐一、演算ユニット 6 2 に送信される。

【 0 0 6 3 】

演算ユニット 6 2 は、データを演算処理するためのコンピューターであって、本実施形態ではスマートフォンの形態としているが、ノートパソコンや、タブレット型パソコン、腕時計型などのウェアラブルコンピューターの形態であってもよい。

演算ユニット 6 2 は、第 1 実施形態の装置本体 1 1 (図 1 参照) からセンサーを除いた部分に相当し、センサーユニット 6 0 から受信したデータに基づいて非蒸発性熱損失量 Q_h と気化熱損失量 Q_s と代謝量 C とを算出し、代謝量 C のデータを記録する。

20

【 0 0 6 4 】

図 5 は、本実施形態における気化熱損失量測定装置 1 0 B の機能構成例を示す機能ブロック図である。

本実施形態における機能構成は、基本的には第 1 実施形態のそれと同様であるが、第 1 実施形態における環境湿度測定部 1 0 3 (図 2 参照) に代えて環境大気露点 T_{de} を測定する環境露点測定部 1 0 4 を備える。また、第 1 実施形態における環境飽和水蒸気圧算出部 2 0 3 (図 2 参照) に代えて、環境における水蒸気圧 (環境水蒸気圧 P_e) を算出する環境水蒸気圧算出部 2 0 4 を備える。

30

【 0 0 6 5 】

露点温度とは、今対象としている水蒸気圧が飽和水蒸気圧と一致する温度である。従って、環境水蒸気圧算出部 2 0 4 は、環境露点 T_{de} を用いて環境水蒸気圧 P_e を算出することができる。具体的には、飽和水蒸気関数と環境露点 T_{de} とから環境水蒸気圧 P_e を演算しても良いし、環境露点 T_{de} の際の環境水蒸気圧 P_e を、飽和水蒸気圧ルックアップテーブルを参照して求めても良い。図 4 では環境露点センサー 7 2 が環境露点測定部 1 0 4 に該当する。本実施形態では、この環境水蒸気圧算出部 2 0 4 と環境露点測定部 1 0 4 とが第 2 水蒸気圧測定部 4 1 2 を構成する。尚、図 5 に示す様に、環境温度測定部 1 0 5 を第 2 水蒸気圧測定部 4 1 2 が備えていてもよい。この場合、環境温度測定部 1 0 5 は熱流測定部 1 0 1 の一部と兼用することができる。

40

【 0 0 6 6 】

また、本実施形態では、第 1 実施形態における対象湿度測定部 1 0 7 (図 2 参照) に代えて測定対象近傍大気露点 T_{db} を測定する対象露点測定部 1 0 8 を備える。図 4 では対象露点センサー 7 6 がこれに該当する。

また、第 1 実施形態における対象飽和水蒸気圧算出部 2 0 5 (図 2 参照) に代えて、測定対象物 2 の表面近傍における水蒸気圧 (対象水蒸気圧 P_b) を算出する対象水蒸気圧算出部 2 0 6 を備える。本実施形態では、この対象水蒸気圧算出部 2 0 6 と対象露点測定部 1 0 8 とで第 1 水蒸気圧測定部 4 1 1 を構成する尚、図 5 に示す様に、対象温度測定部 1 0 9 を第 1 水蒸気圧測定部 4 1 1 が備えていてもよい。この場合、対象温度測定部 1 0 9 は熱流測定部 1 0 1 の一部と兼用することができる。第 1 水蒸気圧測定部 4 1 1 は、第 2 水

50

蒸気圧測定部 4 1 2 と同様に、対象露点 T_{db} を用いて対象水蒸気圧 P_b を算出する。

【0067】

そして、本実施形態の気化熱損失量算出部 2 1 0 は、式 (7) を用いて、環境水蒸気圧 P_e と対象水蒸気圧 P_b とに基づき気化熱損失量 Q_s を算出する。ただし、 K は比例定数である。

【数 7】

$$Q_s = K(P_b - P_e) \quad \cdots \text{式 (7)}$$

【0068】

図 6 は、本実施形態の気化熱損失量測定装置 1 0 B による 1 回の気化熱損失量測定に係る処理の流れを説明するためのフローチャートである。

気化熱損失量測定装置 1 0 B の処理部 2 0 0 は、第 1 実施形態におけるステップ S 2 ~ S 8 に代えて、先ず環境露点 T_{de} と環境温度 T_e とを測定し (ステップ S 2 0)、環境水蒸気圧 P_e を算出する (ステップ S 2 2)。更に、対象露点 T_{db} と対象温度 T_b とを測定し (ステップ S 2 4)、測定対象物 2 の表面近傍の対象水蒸気圧 P_b を算出する (ステップ S 2 6)。

【0069】

以下、第 1 実施形態と同様にして、気化熱損失量測定装置 1 0 B は、気化熱損失量 Q_s を算出し (ステップ S 3 0)、熱流束密度 q_h に基づいて非蒸発性熱損失量 Q_h を算出する (ステップ S 3 2, S 3 4)。次いで、気化熱損失量 Q_s と非蒸発性熱損失量 Q_h とを用いて代謝量 C を算出し (ステップ S 3 6)、算出した代謝量 C をタッチパネル 1 6 に表示させ、I C メモリー 5 2 に記憶させる (ステップ S 3 8)。

【0070】

以上、本実施形態によれば、第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

【0071】

〔変形例〕

なお、本発明の実施形態は上記に限らず、適宜構成要素の追加・省略・変更を施すことができる。例えば、第 1 実施形態において、環境温度 T_e と対象温度 T_b とが略同じ気温である場合には、式 (3) に代えて、式 (8) で気化熱損失量 Q_s を算出する構成も可能である。但し、 K' は比例定数である。

【数 8】

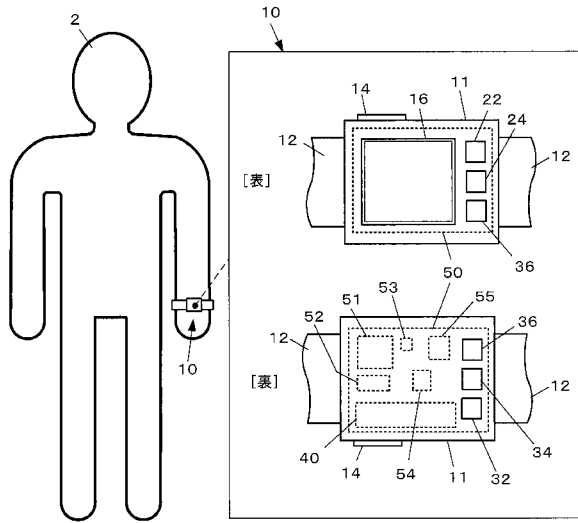
$$Q_s = K'(H_b - H_e) \quad \cdots \text{式 (8)}$$

【符号の説明】

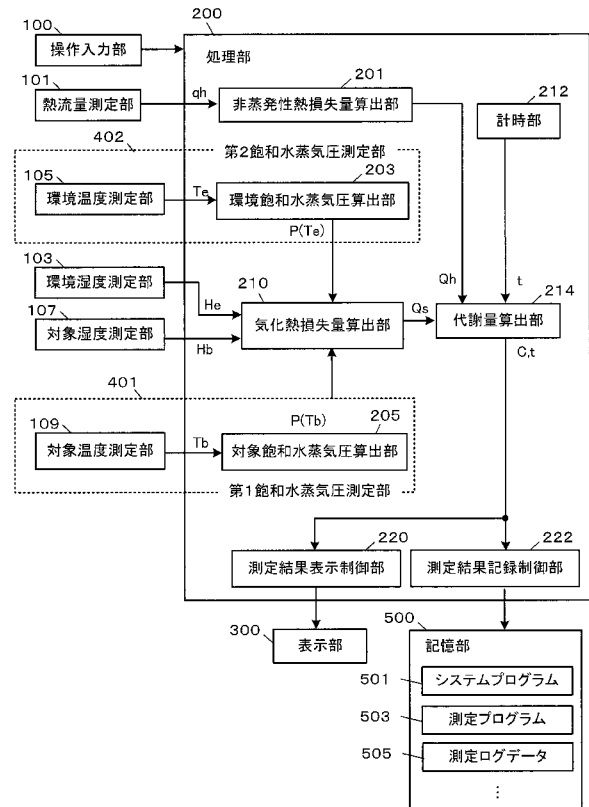
【0072】

2 ... 測定対象物、1 0 ... 気化熱損失量測定装置、2 2 ... 環境湿度センサー、2 4 ... 環境温度センサー、3 2 ... 対象湿度センサー、3 4 ... 対象温度センサー、3 6 ... 熱流量センサー、5 0 ... 制御基板、6 0 ... センサーユニット、6 2 ... 演算ユニット、7 0 ... センサー収容空間、7 2 ... 環境露点センサー、7 6 ... 対象露点センサー、1 0 1 ... 熱流量測定部、1 0 3 ... 環境湿度測定部、1 0 4 ... 環境露点測定部、1 0 5 ... 環境温度測定部、1 0 7 ... 対象湿度測定部、1 0 8 ... 対象露点測定部、1 0 9 ... 対象温度測定部、2 0 0 ... 処理部、2 0 1 ... 非蒸発性熱損失量算出部、2 0 3 ... 環境飽和水蒸気圧算出部、2 0 4 ... 環境水蒸気圧算出部、2 0 5 ... 対象飽和水蒸気圧算出部、2 0 6 ... 対象水蒸気圧算出部、2 1 0 ... 気化熱損失量算出部、2 1 2 ... 計時部、2 1 4 ... 代謝量算出部、4 0 1 ... 第 1 飽和水蒸気圧測定部、4 0 2 ... 第 2 飽和水蒸気圧測定部、4 1 1 ... 第 1 水蒸気圧測定部、4 1 2 ... 第 2 水蒸気圧測定部、5 0 0 ... 記憶部、5 0 1 ... システムプログラム、5 0 3 ... 測定プログラム、5 0 5 ... 測定ログデータ

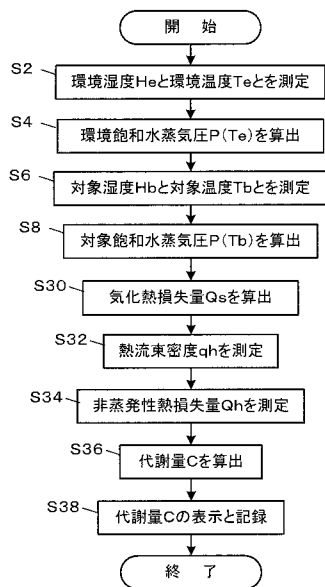
【図 1】



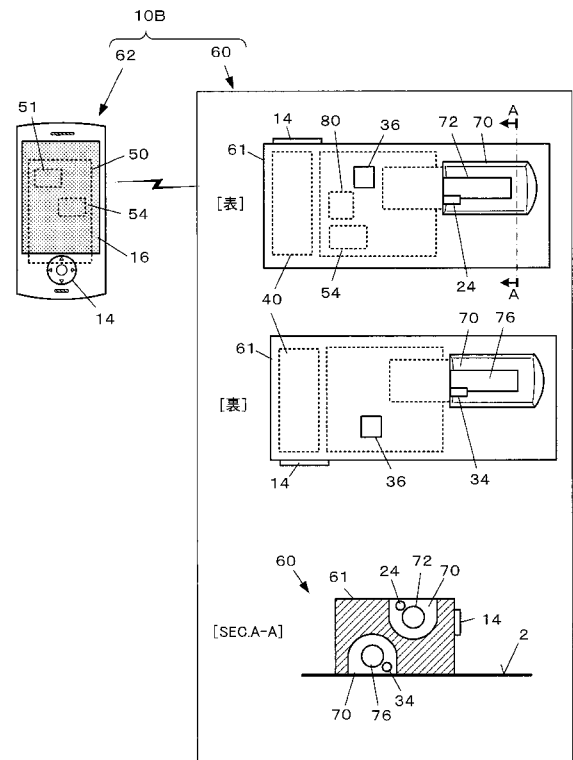
【図 2】



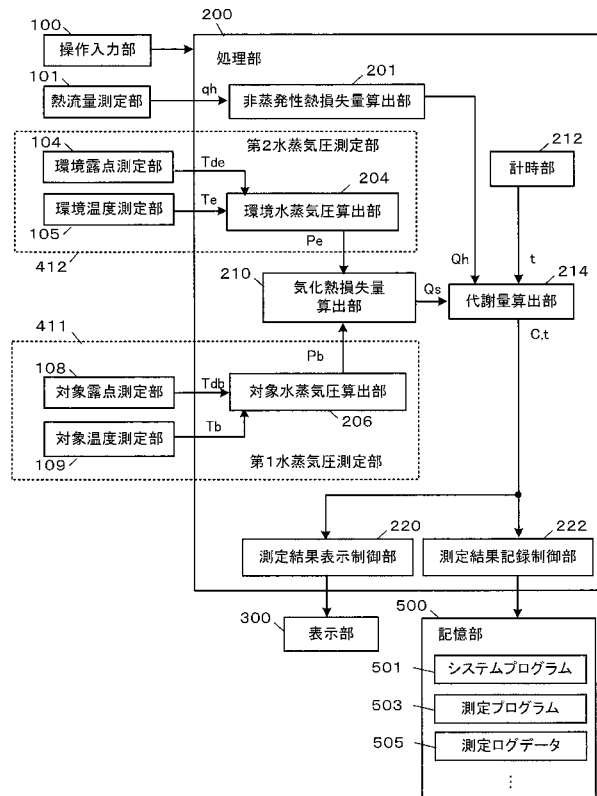
【図 3】



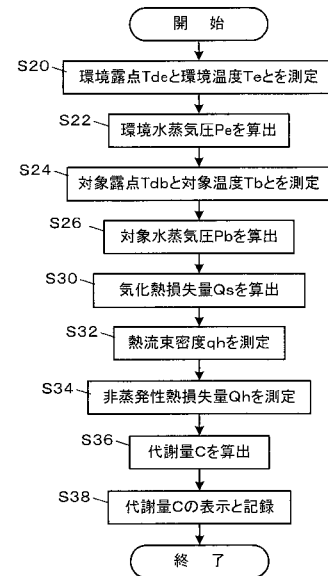
【図 4】



【図5】



【図6】



专利名称(译)	热损失测量装置，代谢率测量装置和汽化热损失量测量方法		
公开(公告)号	JP2016087304A	公开(公告)日	2016-05-23
申请号	JP2014228076	申请日	2014-11-10
[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		
发明人	池田 陽		
IPC分类号	A61B5/01 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/4866 A61B5/4266 A61B5/7278 A61B2560/0252 A61B2562/0271 A61B2562/029		
FI分类号	A61B5/00.101.E A61B5/00.N		
F-TERM分类号	4C117/XB01 4C117/XC13 4C117/XE06 4C117/XE23 4C117/XG03 4C117/XH02 4C117/XJ05		
代理人(译)	黑田靖 井上 一		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种用于准确地测量来自待测物体的蒸发热损失量的技术。第二个目的是提供一种技术，该技术用于基于由此获得的蒸发热损失来更准确地测量代谢率。汽化热损失测量装置（10）通过环境湿度测量单元（103）和环境温度测量单元（105）测量周围环境中的大气湿度（ H_e ）和空气温度（ T_e ）。此外，通过目标湿度测量单元107和目标温度测量单元109来测量被测量物体2的表面附近的大气的湿度 H_b 和温度 T_b 。然后，使用环境湿度 H_e ，环境温度 T_e ，目标湿度 H_b 和目标温度 T_b ，计算来自测量目标2的表面的汽化热损失量 Q_s 。此外，基于热流量测量单元101的测量结果来计算非蒸发热损失量 Q_h ，并且使用汽化热损失量 Q_s 和非蒸发热损失量 Q_h 来计算代谢量 C 。[选择图]图2

