

(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2019-58293

(P2019-58293A)

(43) 公開日 平成31年4月18日(2019.4.18)

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

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2017-184249 (P2017-184249)  
 (22) 出願日 平成29年9月26日 (2017. 9. 26)

(71) 出願人 591096059  
 戸川 達男  
 東京都国立市東2丁目17番地31  
 (71) 出願人 399006700  
 根本 鉄  
 石川県金沢市泉野町6-14-16  
 (71) 出願人 516346045  
 田中 志信  
 石川県金沢市辰巳町口115-4  
 (71) 出願人 516346953  
 野川 雅道  
 石川県金沢市扇町8-18  
 (71) 出願人 517338191  
 坂井 紀子  
 富山県中新川郡立山町道源寺719

最終頁に続く

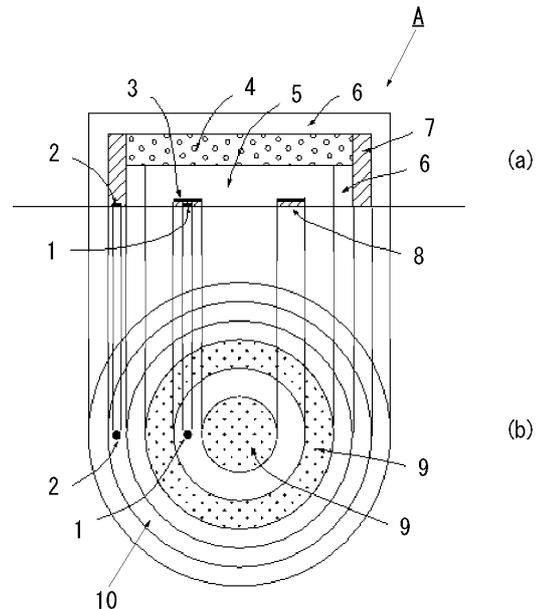
(54) 【発明の名称】 発汗計

(57) 【要約】

【課題】 安定性に優れた発汗計を提供する。

【解決手段】 本発明の発汗計は、汗が蒸発する際に体表から奪われる潜熱を計測することを特徴とする。例えば、前記体表の一部を覆う蒸散抑制領域と、前記蒸散抑制領域の温度を測定する蒸散抑制領域温度センサと、前記体表の一部を覆う蒸散領域と、前記蒸散領域の温度を測定する蒸散領域温度センサと、前記蒸散領域を加温するヒーターと、前記蒸散領域の空気を除湿する吸湿剤と、前記蒸散領域の温度を前記蒸散抑制領域の温度と等温にするように前記ヒーターを制御する機構と、を有する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

汗が蒸発する際に体表から奪われる潜熱を計測することを特徴とする発汗計。

## 【請求項 2】

前記体表の一部を覆う蒸散抑制領域と、  
前記蒸散抑制領域の温度を測定する蒸散抑制領域温度センサと、  
前記体表の一部の蒸散領域と、  
前記蒸散領域の温度を測定する蒸散領域温度センサと、  
前記蒸散領域を加温するヒーターと、  
前記蒸散領域の空気を除湿する吸湿剤と、  
前記蒸散領域の温度を前記蒸散抑制領域の温度と等温にするように前記ヒーターを制御

10

する機構と、

を有することを特徴とする請求項1に記載の発汗計。

## 【請求項 3】

前記体表の一部を覆う水分拡散層と、  
前記水分拡散層の温度を測定する水分拡散層温度センサと、  
前記水分拡散層の表面を覆う蒸散層と、  
前記蒸散層の温度を測定する蒸散層温度センサと、  
前記蒸散層を加温するヒーターと、  
前記蒸散層の表面の空気を除湿する吸湿剤と、  
前記蒸散層の温度を前記水分拡散層の温度と等温にするように前記ヒーターを制御する

20

機構と、

を有することを特徴とする請求項1に記載の発汗計。

## 【請求項 4】

前記体表の温度を計測する赤外温度センサと、  
前記赤外温度センサ周辺の空気を除湿する吸湿剤と、

を有することを特徴とする請求項1に記載の発汗計。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、体表に装着して経時的に発汗量を計測する発汗計に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

発汗の検知には、ヨウ素澱粉法により発汗部位が暗紫色に変色することによる定性的観察法が古くから用いられ、定量的計測法としては、吸湿剤を入れたカプセルを一定時間体表に装着し、吸湿剤の重量増加により発汗量を求める非換気カプセル法が用いられて来た。発汗量を経時的に計測するには、換気カプセル法により送気と排気の湿度差から発汗量を求める方法が用いられている。物体表面からの水の蒸散を経時的に計測するには、物体表面で蒸発した水蒸気が拡散によって外気に放散することによって生じる湿度勾配から蒸散速度を求める方法があるが、発汗計測にはほとんど用いられていない。

40

## 【0003】

非換気カプセルによって発汗量を経時的に計測する方法として、本願発明者の根本らはカプセル内の体表から離れたところに吸湿剤を設置し、吸湿剤と体表との間の空間の一定位置に置いた湿度センサによって湿度勾配を検知して発汗量を求める方法を開発した（非特許文献、特許文献1）。この方法によれば、体表に装着するプローブを小型化でき、換気が不要なので計測装置を小型軽量化でき、ウェアラブル発汗計が実現可能である。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012 - 085983

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】Ogai, K., Fukuoka, M., Kitamura, K. I., Uchide, K., & Nemoto, T. (2016). Development of a small wireless device for perspiration monitoring. *Medical Engineering & Physics*, 38(4), 391-397.

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、上記特許文献等の開示された技術は湿度センサを用いるため、温度センサに比べると安定性が劣るという問題がある。したがって、高い定量性を得るために、更に安定性に優れた発汗計が求められている。

【0007】

本発明は、安定性に優れた発汗計を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の発汗計は、汗が蒸発する際に体表から奪われる潜熱を計測することを特徴とする。

20

また、前記体表の一部を覆う蒸散抑制領域と、前記蒸散抑制領域の温度を測定する蒸散抑制領域温度センサと、前記体表の一部の蒸散領域と、前記蒸散領域の温度を測定する蒸散領域温度センサと、前記蒸散領域を加温するヒーターと、前記蒸散領域の空気を除湿する吸湿剤と、前記蒸散領域の温度を前記蒸散抑制領域の温度と等温にするように前記ヒーターを制御する機構と、を有することを特徴とする。

また、前記体表の一部を覆う水分拡散層と、前記水分拡散層の温度を測定する水分拡散層温度センサと、前記水分拡散層の表面を覆う蒸散層と、前記蒸散層の温度を測定する蒸散層温度センサと、前記蒸散層を加温するヒーターと、前記蒸散層の表面の空気を除湿する吸湿剤と、前記蒸散層の温度を前記水分拡散層の温度と等温にするように前記ヒーター

30

を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

汗の水分が体表で蒸発するとき、蒸発した水の質量に応じて体表から潜熱を奪い、体表を冷やす。したがって、体表から奪われる熱量を計測できれば蒸発した水の質量が求められ、発汗による水分がすべて蒸発する条件が保たれていれば、体表から奪われる潜熱の計測によって、発汗量が計測できる。本発明の発汗計はこの原理を利用したものであり、汗の蒸発に伴う潜熱の吸収をヒーターから発生する発熱で補償することによって発汗量を定量的に計測できる。計測に必要なセンサは温度センサのみであり、温度センサは湿度センサと比較すると小型で安定なことから、実用的計測器、特にウェアラブル発汗計の製作に有利である。

40

また赤外温度センサを用いる方式によれば、速い応答が実現でき、消費電力を低減できることから、小型で長時間使用できる機器が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第1の実施の形態における発汗計の縦断面図(a)及び底面図(b)

【図2】第2の実施の形態における発汗計の縦断面図

50

【図3】第3の実施の形態における発汗計の縦断面図(a)及び底面図(b)

【発明を実施するための形態】

【0011】

[第1の実施の形態]

本発明の発汗計の第1の実施の形態について説明する。

発汗計は汗の水分が蒸発するときの潜熱を計測する原理に基づいて作動する。

図1に示すように、本実施の形態の発汗計Aは蒸散領域温度センサ1、蒸散抑制領域温度センサ2、ヒーター3、吸湿剤4、空洞5、断熱材6、金属枠7、金属環8及び蒸散領域9、蒸散抑制領域10から概略構成される。

汗の蒸発による体表の冷却を検出するには、発汗があっても汗が蒸発しない蒸散抑制領域10を設け、その部位の体表温度を検知する蒸散抑制領域温度センサ2を置き、蒸散領域9の体表の温度を蒸発領域温度センサ1で検知し、蒸発領域温度が蒸散抑制領域温度と等しくなるようにヒーター3の電流を制御手段(図示略)で制御する。蒸散領域温度センサ1及び蒸散抑制領域温度センサ2は、体表の温度を検知しやすくするため、それぞれ金属環8及び金属枠7に接合されており、ヒーター3は蒸散領域9に接している金属環8に接合されている。蒸発領域9は空洞5内にあり、汗が蒸発しても空洞5内は吸湿剤4によって低湿に保たれている。発汗計Aの外側は、外気温が空洞5内に影響を及ぼさないように断熱材6で覆っている。

【0012】

具体的には、発汗計Aを体表に装着したとき、発汗計Aの周辺の皮膚表面は覆われているので汗の蒸発は抑制され、発汗計Aの内部の蒸散領域9のみで汗の蒸発が起こる。発汗計Aの内部の上部には吸湿剤4があり、これにより内部の空洞5が低湿に保たれ、汗は速やかに蒸発する。その結果、発汗が起こると蒸散領域9の体表温度は蒸散抑制領域10の温度より低くなる。しかし、蒸散領域9にヒーター3が置かれ、ヒーター3への電流が蒸散領域9の体表温度を蒸散抑制領域10の体表温度と等しくなるように制御されていれば、汗の蒸発による蒸散領域9から失われる熱の一部はヒーター3の発熱によって補償され、汗の蒸発によって吸収される潜熱が増せばヒーター3の発熱も汗の蒸発とともに増加する。汗の蒸発によって体表組織から吸収される熱は組織深部からの熱流および蒸散領域9の外側からの熱流によっても補償されるので、汗の蒸発による潜熱よりヒーター3の発熱は少ないが、発汗量とヒーター3の発熱が比例関係にあれば、比例係数を校正によって決定して、ヒーター3で消費される電力から発汗量を定量的に計測することができる。

【0013】

[第2の実施の形態]

次に、本発明の発汗計の第2の実施の形態について説明する。

図2に示すように、本実施の形態の発汗計Bは、水分拡散層温度センサ101、蒸散層温度センサ102、金属枠温度センサ103、水分拡散層104、蒸散層105、ヒーター106、金属枠107、吸湿剤108、空洞109及び断熱材110から概略構成される。

発汗計B装着部の蒸散領域の皮膚全体を薄い熱流補償層(水分拡散層104及び蒸散層105)で覆い、汗が熱流補償層を拡散して後に熱流補償層の外面から蒸発するようにすれば、皮膚からの直接の蒸発はなくなり、熱流補償層の表面からの蒸発に伴う潜熱の吸収はすべてヒーター106の消費電力に反映されるので、定量性を高めることができるが、熱流補償層の製作に高い製作技術を要する。

【0014】

具体的には、発汗計B内部の水分拡散層104と、ヒーター106を内蔵した蒸散層105より成る2層が皮膚表面を覆い、汗の水分は水分拡散層104を拡散して蒸散層105で蒸発し、空洞109を拡散して、吸湿剤108で吸収される。水分拡散層104および蒸散層105にはそれぞれ水分拡散層温度センサ101および蒸散層温度センサ102が設置されていて、蒸散層105からの水の蒸散に伴う潜熱の吸収がヒーター106の発熱で補償されるようにヒーター106の電流を制御手段(図示略)が制御する。水の蒸散に伴う潜熱の吸収をヒーター106の発熱で補償するには、水分拡散層104の温度と蒸散層105の温度が一致するようにヒーター106の電流

を制御すればよく、その原理は深部体温計に用いられている熱流補償法と同様である。この構造により、汗の水分はすべて蒸散層105から蒸散し、蒸散に伴う潜熱の吸収がすべてヒーター106への電力供給で補償されるので、発汗の変化がない定常状態においては高い定量性が期待できる。しかし、発汗が速く変化するときには水分拡散層104内の水の拡散による時間遅れが生ずるので、応答を速くするためには水分拡散層104をごく薄くするなどの工夫が必要である。また、金属棒107に金属棒温度センサ103を設置し、蒸散層105の周辺と発汗計Bの周辺との間の温度差を監視することによって、発汗計B外部と蒸散層105との間の熱流が小さいことを確認できる。

【0015】

[第3の実施の形態]

次に、本発明の発汗計の第3の実施の形態について説明する。

図3に示すように、本実施の形態の発汗計Cは、蒸散領域赤外温度センサ201、蒸散抑制領域赤外温度センサ202、外棒203、空洞204、吸湿剤205、防水シート206、蒸散領域207、発汗抑制領域208から概略構成される。

上記各実施の形態に示した発汗計A、Bのようなヒーターによる加温を行わずに、本実施の形態の発汗計Cのように潜熱が皮膚組織から吸収される状態で、皮膚表面温度を赤外温度センサ201、202で計測すれば、潜熱を皮膚表面温度の低下として計測できる。赤外温度センサ201、202による計測は非接触であり、応答が早く、発汗計Cの構造が単純で製作が容易である。体表温度の低下は組織から体表への熱流を正確に反映しないので、定量性には限界があるが、発汗の変化の検出が重要である精神性発汗の計測には適している。

【0016】

具体的には、発汗計Cの外棒203に囲まれた空洞204の内部に蒸散領域赤外温度センサ201と蒸散抑制領域赤外温度センサ202を設置し、それぞれ蒸散領域207および発汗抑制領域208の皮膚表面温度を計測する。空洞204の内部は、吸湿剤205によって低湿に保たれている。発汗時には、蒸散領域207においては潜熱吸収による温度低下が生じるが、発汗抑制領域208においては温度低下がないので、発汗時に蒸散領域207と発汗抑制領域208の間に生じる温度差を検知、記録することができる。計測の目的が精神性発汗だけであって、温熱性発汗が顕著でない条件で用いられる場合には、蒸散抑制領域赤外温度センサ202を用いず、蒸散領域赤外温度センサ201のみを有する発汗計でもよい。また、発汗の分布を画像として観察するためにサーモカメラを用いる研究があるが、サーモカメラによる計測と同時に、本発明の発汗計Cを発汗が予想される部位にあらかじめ装着しておけば、サーモカメラの画像を定量的に分析するために役立つ。

【0017】

発汗計測は医学生理学研究に用いられてきたが、簡便に使用できる高性能の発汗計が開発されれば、スポーツや危険環境での作業の安全確保のために広く用いられるようになると考えられ、そのためには電子回路及び電池を組み込んだ一体型の装置としたウェアラブル発汗計が望まれる。装置をウェアラブルとするためには、電子回路を小型電池で駆動する必要がある。第1及び第2の実施の形態の発汗計A、Bにおいて計測のために最も多く電力を必要とするのは、潜熱を補償するために体表を加温するためのヒーター電力であり、必要とするヒーター電力は蒸発する汗の水分量に対応する潜熱すなわち蒸発熱であり、水の蒸発熱は常温でおよそ2500J/gである。仮に蒸散領域を直径2cm、発汗量を最大に見積もって100g/m<sup>2</sup>・hとすると、24時間連続計測に必要な電力エネルギーは、最大1200Jとなり、電圧3Vの電池を用いるとするとおよそ110mAの容量が必要となる。この要求を満たすには、コイン型リチウムイオン電池で最も安価なCR2032(電流容量230mAh、直径20mm、厚さ3.2mm、重量3.2g)で十分である。必要な電子回路はすべて既存技術で十分であり、ウェアラブルで24時間連続計測が可能な発汗計を実現することができる。第3の実施の形態の発汗計Cのように赤外温度センサを用いる方法ではヒーター電力が不要なので消費電力は少なくよく、より小型の電池で十分で、同程度の容量の電池を用いればさらに長時間の連続記録が可能となる。

【産業上の利用可能性】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 8 】

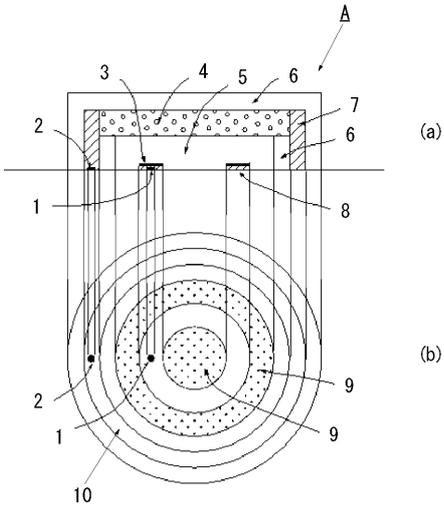
本発明は、体表から奪われる潜熱を利用して発汗量を計測する発汗計に関するものであり、産業上の利用可能性を有する。

## 【 符号の説明 】

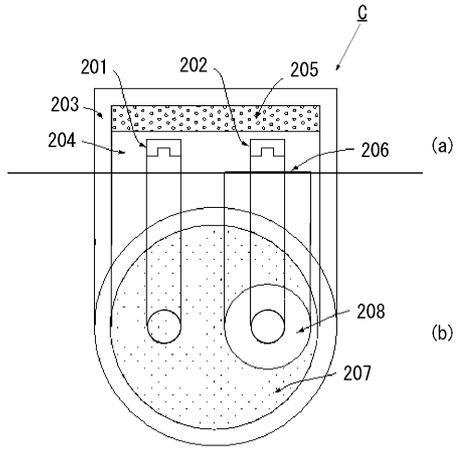
## 【 0 0 1 9 】

A	発汗計	
B	発汗計	
C	発汗計	
1	蒸散領域温度センサ	
2	蒸散抑制領域温度センサ	10
3	ヒーター	
4	吸湿剤	
5	空洞	
6	断熱材	
7	金属棒	
8	金属環	
9	蒸散領域	
10	蒸散抑制領域	
101	水分拡散層温度センサ	
102	蒸散層温度センサ	20
103	金属棒温度センサ	
104	水分拡散層	
105	蒸散層	
106	ヒーター	
107	金属棒	
108	吸湿剤	
109	空洞	
110	断熱材	
201	蒸散領域赤外温度センサ	
202	蒸散抑制領域赤外温度センサ	30
203	外棒	
204	空洞	
205	吸湿剤	
206	防水シート	
207	蒸散領域	
208	発汗抑制領域	

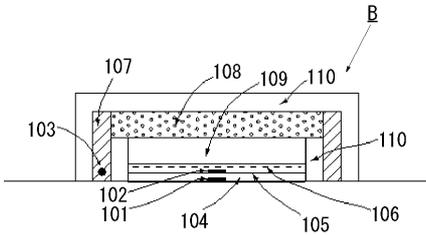
【 図 1 】



【 図 3 】



【 図 2 】



## フロントページの続き

特許法第30条第2項適用申請有り 開催日：平成29年7月28日、集会名：第25回日本発汗学会総会、開催場所：埼玉医科大学かわごえクリニック（埼玉県川越市脇田本町21-7）、公開者：坂井紀子 開催日：平成29年7月28日、集会名：第25回日本発汗学会総会、開催場所：埼玉医科大学かわごえクリニック（埼玉県川越市脇田本町21-7）、公開者：西川尚志 発行日：平成29年7月5日、刊行物：第25回日本発汗学会総会プログラム・抄録集、第28頁、第25回日本発汗学会総会事務局、公開者：坂井 紀子、西川 尚志、野川 雅道、内藤 尚、田中 志信、根本 鉄、戸川 達男 発行日：平成29年7月5日、刊行物：第25回日本発汗学会総会プログラム・抄録集、第29頁、第25回日本発汗学会総会事務局、公開者：西川 尚志、野川 雅道、内藤 尚、田中 志信、根本 鉄、戸川 達男

- (71)出願人 517337806  
西川 尚志  
滋賀県近江八幡市円山町135
- (74)代理人 100154966  
弁理士 海野 徹
- (72)発明者 戸川 達男  
東京都国立市東2-17-31
- (72)発明者 根本 鉄  
石川県金沢市泉野町6-14-16
- (72)発明者 田中 志信  
石川県金沢市辰巳町口115-4
- (72)発明者 野川 雅道  
石川県金沢市扇町8-18
- (72)発明者 坂井 紀子  
富山県中新川郡立山町道源寺719
- (72)発明者 西川 尚志  
滋賀県近江八幡市円山町135
- Fターム(参考) 4C117 XA01 XB01 XD05 XE06 XE23 XE48

专利名称(译)	汗水表		
公开(公告)号	<a href="#">JP2019058293A</a>	公开(公告)日	2019-04-18
申请号	JP2017184249	申请日	2017-09-26
[标]申请(专利权)人(译)	根本 鉄 田中 志信 野川正道		
申请(专利权)人(译)	户川辰雄 根本 鉄 田中 志信 野川正道 酒井法子 西川 尚志		
[标]发明人	戸川達男 根本鉄 田中志信 野川雅道 坂井紀子 西川尚志		
发明人	戸川 達男 根本 鉄 田中 志信 野川 雅道 坂井 紀子 西川 尚志		
IPC分类号	A61B5/01 A61B5/00		
FI分类号	A61B5/00.101.E A61B5/00.N A61B5/01.100		
F-TERM分类号	4C117/XA01 4C117/XB01 4C117/XD05 4C117/XE06 4C117/XE23 4C117/XE48		
代理人(译)	海野彻		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

问题得以解决：提供稳定性极佳的排汗计。 解决方案：本发明的排汗计的特征在于它测量汗液蒸发时从体表去除的潜热。例如，覆盖体表的一部分的蒸腾抑制区域，用于测量蒸腾抑制区域的温度的蒸发抑制区域温度传感器，覆盖体表的一部分的蒸发区域，以及蒸腾区域的温度蒸发区域温度传感器，用于加热蒸腾区域的加热器，用于对蒸腾区域中的空气进行除湿的吸湿剂，以及用于使蒸发区域的温度等温度的加热器等温到蒸发抑制区域的温度和控制机制。 [选图]图1

