



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105395172 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 16

(21) 申请号 201510575891. 8

(22) 申请日 2015. 09. 10

(30) 优先权数据

2014-184518 2014. 09. 10 JP

(71) 申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 池田阳 伊藤惠

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 田喜庆 吴孟秋

(51) Int. Cl.

A61B 5/01(2006. 01)

A61B 5/00(2006. 01)

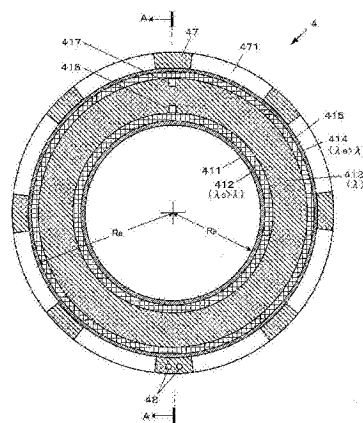
权利要求书1页 说明书10页 附图11页

(54) 发明名称

热流计测装置以及代谢计测装置

(57) 摘要

本发明提供能够补偿因热源与温度传感器的位置关系而导致的计测温度差的热流计测装置以及代谢计测装置。指环型的热源计测装置(4)在受热部(411)与被计测体(7)接触而受热,并按照第一热扩散体(412)、传热层(413)、第二热扩散体(414)、散热部(415)的顺序传热及散热。由第一温度传感器(416)计测第一热扩散体(412)的温度,由第二温度传感器(417)计测第二热扩散体(414)的温度,根据这些温度算出热流。由于第一热扩散体(412)及第二热扩散体(414)的热扩散效应,不管作为热源的动脉血管(8)与第一温度传感器(416)、第二温度传感器(417)的相对位置如何均能稳定且高精度地进行温度计测。



1. 一种热流计测装置,其特征在于,具备:
第一热扩散体;
与所述第一热扩散体热连接的第一温度传感器;
第二热扩散体;
与所述第二热扩散体热连接的第二温度传感器;以及
配置于所述第一热扩散体与所述第二热扩散体之间的传热层。
2. 根据权利要求1所述的热流计测装置,其特征在于,
所述第一热扩散体的热传导率比所述传热层的热传导率高,
所述第二热扩散体的热传导率比所述传热层的热传导率高。
3. 根据权利要求1或2所述的热流计测装置,其特征在于,所述第一热扩散体的热传导率以及所述第二热扩散体的热传导率大于 100W/mK ,所述传热层的热传导率为 $0.3\text{W/mK} \sim 100\text{W/mK}$ 。
4. 根据权利要求1~3中任一项所述的热流计测装置,其特征在于,所述第一热扩散体与被计测体接触的受热面积为 $204\text{mm}^2 \sim 690\text{mm}^2$ 。
5. 根据权利要求1~4中任一项所述的热流计测装置,其特征在于,所述传热层的最大温度梯度大于所述第一热扩散体的最大温度梯度,所述传热层的最大温度梯度大于所述第二热扩散体的最大温度梯度。
6. 根据权利要求1~5中任一项所述的热流计测装置,其特征在于,
所述第一热扩散体具有第一曲面,
所述第二热扩散体具有第二曲面,
所述传热层被夹于所述第一曲面与所述第二曲面之间。
7. 根据权利要求1~6中任一项所述的热流计测装置,其特征在于,所述热流计测装置还具备:
第三热扩散体;以及
与所述第三热扩散体热连接的第三温度传感器,
所述第三热扩散体和所述第三温度传感器配置于所述传热层内。
8. 根据权利要求1~7中任一项所述的热流计测装置,其特征在于,
所述第二热扩散体具有为所述第二曲面的反面的第三曲面,
所述热流计测装置在所述第三曲面一侧还具备具有开口部的保护部。
9. 根据权利要求8所述的热流计测装置,其特征在于,所述保护部的热传导率比所述传热层的热传导率小。
10. 一种代谢量计测装置,其特征在于,包括:
权利要求1~9中任一项所述的热流计测装置;以及
推算代谢量的运算装置。

热流计测装置以及代谢计测装置

技术领域

[0001] 本发明涉及计测热流的热流计测装置等。

背景技术

[0002] 在把握计测对象的状态方面,温度、热流的计测是重要的。

[0003] 例如,可以通过长时间地连续监视体温来监视健康状态、或者可以通过计测从躯干部位、末梢部位释放的热流来监视生物节律、代谢和植物神经的功能等。

[0004] 作为现有的体温计测相关的技术,例如已知有通过将两个温度传感器贴在被计测体上而分别计测体温并实施反映了计测位置差异的校正来实现精密计测的技术(例如参照专利文献 1)、通过提高温度传感器与肌肤的紧贴度来提高计测精度的技术(例如参照专利文献 2)。

[0005] 而且,作为现有的热流计测相关的技术,已知有利用热导管将从皮肤释放的热传导至热流传感器(熱束センサー)的技术(例如参照专利文献 3)、在计测皮肤表面温度的探针的周边设置电加热器,补偿从皮肤表面的散热来提高计测精度的技术(例如参照专利文献 4)等。

[0006] 先行技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献 1:日本专利特开 2014-55963 号公报

[0009] 专利文献 2:日本专利特表 2007-530154 号公报

[0010] 专利文献 3:日本专利特表 2004-532065 号公报

[0011] 专利文献 4:日本专利特开 2002-202205 号公报

发明内容

[0012] 发明要解决的技术问题

[0013] 作为人体这样的生物体中的热源的代表例,可以列举动脉血管,然而动脉血管的位置严格来说随着每个个体而不同。因此,由于温度传感器与热源的位置关系,计测的温度可能产生差异。

[0014] 作为对基于位置关系的计测差进行补偿的方法,例如可考虑搭载更多的温度传感器来取其平均。可是,从制造成本、计测装置的大型化方面来说并不优选。尤其在近年,对佩戴计测装置进行长时间监视的需求很高,从佩戴性、使用感的观点出发,计测装置的大型化也不优选。

[0015] 本发明是鉴于上述情况而设计的,目的在于提供能够补偿由热源与温度传感器的位置关系所导致的计测温度差的技术。

[0016] 用于解决技术问题的方案

[0017] 用于解决上述技术问题的第一发明是一种热流计测装置,具备:第一热扩散体;与所述第一热扩散体热连接的第一温度传感器;第二热扩散体;与所述第二热扩散体热连

接的第二温度传感器；以及配置于所述第一热扩散体与所述第二热扩散体之间的传热层。

[0018] 根据第一发明，在利用从第一热扩散体经传热层向第二热扩散体的传热、或者与其相反的传热来计测热流的构成中，即使向第一热扩散体、第二热扩散体的传热存在位置性不均，由于热扩散效应，第一热扩散体或第二热扩散体的温度也会趋于均匀。因此，能够进行不受热源与第一温度传感器的位置关系或者热源与第二温度传感器的位置关系影响的温度计测、热流计测。

[0019] 第二发明在第一发明的热流计测装置的基础上，所述第一热扩散体的热传导率比所述传热层的热传导率高，所述第二热扩散体的热传导率比所述传热层的热传导率高。

[0020] 根据第二发明，能够在从第一热扩散体传热至第二热扩散体之前，通过第一热扩散体的热扩散效应确保使其温度趋于均匀所需的充分的时间。因此，抑制从第一热扩散体向第二热扩散体的传热不均，更不易受热源与温度传感器的相对位置关系影响。

[0021] 作为第三发明，更加优选地，在第一或者第二发明的热流计测装置的基础上，所述第一热扩散体的热传导率以及所述第二热扩散体的热传导率大于 100 (W/mK) ，所述传热层的热传导率为 $0.3 \sim 100 \text{ (W/mK)}$ 。

[0022] 假如，使热流计测装置如指环那样采用覆盖被计测体的末梢部（例如手指）的外周的结构，则能够构成所述第一热扩散体与被计测体接触的受热面积为 $204 \sim 690 \text{ (mm}^2\text{)}$ 的第一～第三任一发明的热流计测装置。

[0023] 根据第四发明，因为构成为对应于各种手指尺寸的同时适当容纳于手指的关节环的环，从而在佩戴性、使用感方面是优异的。可以说也适合于设想长时间监视的使用方式。

[0024] 第五发明在第一～第四任一发明的热流计测装置的基础上，所述传热层的最大温度梯度大于所述第一热扩散体的最大温度梯度，所述传热层的最大温度梯度大于所述第二热扩散体的最大温度梯度。

[0025] 根据第五发明，更不易受热源与温度传感器的相对位置关系影响。

[0026] 第六发明在第一～第五任一发明的热流计测装置的基础上，所述第一热扩散体具有第一曲面，所述第二热扩散体具有第二曲面，所述传热层被夹于所述第一曲面与所述第二曲面之间。

[0027] 根据第六发明，适于被计测体如人体这样具有曲面外形的情况。

[0028] 第七发明在第一～第六任一发明的热流计测装置的基础上，还具备：第三热扩散体；以及与所述第三热扩散体热连接的第三温度传感器，所述第三热扩散体和所述第三温度传感器配置于所述传热层内。

[0029] 根据第七发明，能够提高向整体的热扩散效应，从而能够进一步降低热源与温度传感器的相对位置对计测精度造成的影响。

[0030] 第八发明在第一～第七任一发明的热流计测装置的基础上，所述第二热扩散体具有为所述第二曲面的反面的第三曲面，所述热流计测装置在所述第三曲面侧还具备具有开口部的保护部。

[0031] 根据第八发明，能够形成为在确保从第二热扩散体的散热性的同时，使其它物体不易与第二热扩散体接触的结构。

[0032] 第九发明在第八发明的热流计测装置的基础上，所述保护部的热传导率比所述传热层的热传导率小。

[0033] 根据第九发明,即使假设计测对象外的物体接触了保护部,也能够降低对计测的影响。

[0034] 第十发明是一种代谢计测装置,具备第一~第九任一发明的热流计测装置,其根据所述热流计测装置的计测结果推算代谢量。

[0035] 根据第十发明,能够根据用第一~第九任一发明的热流计测装置得到的高精度的计测结果推算代谢量。

附图说明

[0036] 图 1 是热流计测装置的构成例的示意图。

[0037] 图 2 是热流计测装置的径向截面图。

[0038] 图 3 是热流计测装置的沿图 2 的 A-A 线的轴截面图。

[0039] 图 4 是从热流计测装置的轴侧观察到的一端侧视图。

[0040] 图 5 是从热流计测装置的轴侧观察到的另一端侧视图。

[0041] 图 6 是用于说明热环中的热传递方式的径向截面图。

[0042] 图 7 是用于说明热环中的热传递方式的径向截面图。

[0043] 图 8 是用于说明热环中的热传递方式的径向截面图。

[0044] 图 9 是示出热流和代谢量的相关例的图表。

[0045] 图 10 是示出热环的变形例的截面图。

[0046] 图 11 是示出代谢计测装置的变形例的立体图。

具体实施方式

[0047] 第一实施方式

[0048] 图 1 是本实施方式中的代谢计测装置的构成例的示意图。

[0049] 代谢计测装置 2 具备佩戴于被计测者的手指的指环状的热流计测装置 4、和根据热流计测装置 4 所计测到的温度或者热流(热流)Q 推算代谢量的运算装置 6。

[0050] 运算装置 6 是具备运算部、存储部、通信部、输入部以及图像显示部并能够执行运算代谢量的程序的计算机。运算装置 6 也可以通过专用设计的硬件实现,但也可以通过使通用的个人计算机、智能手机、平板电脑、手表型等的可穿戴式计算机等执行进行与热流计测装置 4 的数据通信、代谢量的运算的应用程序来实现。

[0051] 热流计测装置 4 是具有 1) 连续的温度计测功能、2) 根据计测到的温度算出热流 Q 等生物体信息的运算功能、3) 存储计测值及算出的生物体信息的数据记录功能、和 4) 将存储的数据向运算装置 6 发送的数据通信功能的电子装置、即可穿戴式计算机。

[0052] 具体而言,热流计测装置 4 是佩戴于内含热源的被计测体的外周的环状体,其具备热环 41、和覆盖热环 41 的两端面及外周的保护部 47,具有宽幅的指环型的外观。

[0053] 热环 41 是包围被计测体(本实施方式中为人的手指)的周围、从内周的接触部位受热、并从外周向大气自然散热的单元。能够计测内径侧(传热上游侧)和外径侧(传热下游侧)的各温度,并能根据计测值求出热流 Q。热环 41 的内径可以根据设想的计测对象的外形而适当设定。在本实施方式中,因为设想人的手指为计测对象,所以设定的是包含正圆在内的椭圆。其内径准备有各种各样的尺寸,直径约为 10mm ~ 30mm 左右。

[0054] 保护部 47 例如由 ABS 树脂 (Acrylonitrile Butadiene Styrene copolymer: 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物)、PMMA (PolyMethyl Methacrylate: 聚甲基丙烯酸甲酯) 树脂等合成树脂成形, 防止计测对象以外的物体接触热环 41, 并将热流计测装置 4 的控制用电子部件等 (后面叙述) 包在内部。从绝热性的观点出发, 期望使用热传导率 $\lambda_p < 0.3\text{W/mK}$ 的材料。覆盖热环 41 的厚度如从绝热性的观点出发越厚越好, 然而从重量增加、佩戴感的观点出发设为 $1\text{mm} \sim 5\text{mm}$ 左右。

[0055] 保护部 47 中覆盖热环 41 的外周面的部分设置有单个或者多个适当的外周开口部 471, 热环 41 接触周围环境, 有助于自然散热。开口率根据防止其它物体接触的效果和热环 41 的散热性而适当设定。例如, 开口率设为 $30\% \sim 90\%$ 。需要注意的是, 开口部的形状、分布不一定要均匀, 也可以易于与旁边的手指接触的侧部降低开口率、而上部和下部提高开口率这样具有偏重。

[0056] 图 2 和图 3 分别是热流计测装置 4 的径向截面图以及轴向截面图。

[0057] 热环 41 在径向具有层状结构。从内侧开始依次具有受热部 411、第一热扩散体 412、传热层 413、第二热扩散体 414、和散热部 415。并且, 还具有计测第一热扩散体 412 的温度的第一温度传感器 416、和计测第二热扩散体 414 的温度的第二温度传感器 417。

[0058] 受热部 411 与被计测体接触而受热。在本实施方式中, 从表面保护的观点出发, 由特氟隆 (注册商标) 薄膜层等实现, 第一热扩散体 412 的内表面也可以兼作受热部 411。

[0059] 第一热扩散体 412 是热连接于受热部 411 并使自受热部 411 传递的热向热环 41 的周向扩散的环状部件。例如, 由铝、铜、银、碳纳米管等热传导率高的材料 (热传导率 $\lambda_s > 100\text{W/mK}$) 制作。

[0060] 第一热扩散体 412 的径向厚度 d 可从热传导和机械强度的观点出发适当设定, 例如, 设为厚度 $d = 0.05\text{mm} \sim 0.5\text{mm}$ 。

[0061] 第一热扩散体 412 的轴向宽度 w 取决于设想的热源的大小。在本实施方式中, 因为设想为手指, 所以如果设想作为热源的动脉的直径最大为 10mm 的话, 则从促进温度分布的平均化的意义上来看, 至少为其一半, 考虑到手指的关节间距离, 设为宽度 $w = 5\text{mm} \sim 10\text{mm}$ 左右。

[0062] 传热层 413 是被夹在第一热扩散体 412 的外周面 (第一曲面) 和第二热扩散体 414 的内周面 (第二曲面) 之间且被热连接的传热材料, 将被第一热扩散体 412 扩散至整周的热向第二热扩散体 414 传递。

[0063] 传热层 413 的材料选择热传导率 λ 比第一热扩散体的热传导率 λ_s 小的材料, 使得热尽可能均匀地从第一热扩散体 412 向第二热扩散体 414 传递。例如, 如果使第一热扩散体为热传导率 $\lambda_s > 100\text{W/mK}$, 则使传热层 413 的热传导率 λ 为 $0.3\text{W/mK} \sim 100\text{W/mK}$, 可选择玻璃、陶瓷、不锈钢或钛等金属、塑料等材料、使金属粉或碳材料 (碳纳米管等) 分散于玻璃或树脂中而成的复合材料。更优选使传热层 413 的材质为玻璃、陶瓷、不锈钢或钛等金属、塑料等材料, 使其热传导率 λ 为 $0.3\text{W/mK} \sim 20\text{W/mK}$ 。

[0064] 传热层 413 的厚度越大, 越容易产生热环 41 的内外的温度差, 在能高精度地测定热流方面是有利的。可是, 本实施方式的热流计测装置 4 设想的是佩戴于手指, 因此考虑重量、佩戴感、与其它手指、衣服等的牵连等, 设为 $1\text{mm} \sim 5\text{mm}$ 左右。

[0065] 第二热扩散体 414 将从传热层 413 传递来的热进一步向热环 41 的周向扩散, 使其

均匀化。第二热扩散体 414 用其热传导率 λ_e 为大于传热层 413 的热传导率 λ 的值的材料制作。也可以选择与第一热扩散体 412 相同的材料。

[0066] 散热部 415 使从第二热扩散体 414 传递来的热向周围环境散热。在本实施方式中,从表面保护的观点出发,通过特氟隆薄膜层等而实现,但第二热扩散体 414 的外周面也可以兼作散热部 415。

[0067] 第一温度传感器 416 及第二温度传感器 417 例如通过热敏电阻、热电偶等公知的测温用传感器而实现,其与 CPU 模块 42 连接。

[0068] 需要说明的是,在热环 41 的轴向端面贴设有绝热材料 49,考虑的是抑制从轴向面向保护部 47 传热。

[0069] 图 4 及图 5 是从热流计测装置 4 的轴侧观察到的一端侧视图及另一端侧视图。保护部 47 在覆盖热环 41 的轴向端面的部分将热流计测装置 4 的控制用电子部件等(后面叙述)包于其内部。

[0070] 具体而言,将 CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)模块 42、主存储器模块 431、分析数据用存储器模块 432、无线通信模块 44 及天线模块 45 包于其内部。而且,将用于对它们供电的电池 46 包于其内部。需要注意的是,使它们连接的数据通信、供电用的电线 48 也适当内包于保护部 47 内。电池 46 优选采用可通过非接触/无线充电进行充电的构成。

[0071] CPU 模块 42 相当于进行热流计测装置 4 的控制的控制基板。例如,搭载有 CPU421、IC 存储器 422、接口电路 423、操作开关 424、状态显示用 LED425 等。当然,也可以采用将它们中的一部分或者全部集成于一个集成电路而实现的构成。

[0072] 并且,CPU 模块 42 通过 CPU421 执行存储于 IC 存储器 422 中的程序,统一控制热流计测装置 4。

[0073] 具体而言,CPU 模块 42 实现以下功能。

[0074] 1) 使用 CPU421 的系统时钟的计时功能。

[0075] 2) 从经由接口电路 423 而连接的第一温度传感器 416 及第二温度传感器 417 分别周期性地取得第一热扩散体 412 的温度 T_s 及第二热扩散体 414 的温度 T_e 的计测功能。

[0076] 3) 利用主存储器模块 431,根据计测到的温度 T_s 及温度 T_e 算出每单位时间流过热环 41 的热流 Q 及热通量(热流束) q 的运算功能。

[0077] 4) 使温度 T_s 、温度 T_e 、热流 Q 等按时间序列存储于分析数据用存储器模块 432 的数据记录功能。

[0078] 5) 经由无线通信模块 44 及天线模块 45 与运算装置 6 实现数据通信并发送存储于分析数据用存储器模块 432 的分析数据的数据通信功能。

[0079] 当然,也可以适当实现这些之外的功能。

[0080] 动作说明

[0081] 接着,对代谢计测装置 2 的动作进行说明。

[0082] 首先,将热流计测装置 4 佩戴在被计测体上,操作操作开关 424,接入电源。需要说明的是,在本实施方式中,将热流计测装置 4 戴在计测对象者的手指上,手指的皮肤几乎全部接触于热环 41 的内周面。

[0083] 图 6~图 8 是用于说明热环 41 中的热传递方式的径向截面图,用箭头表示热的移

动。需要说明的是,为了容易理解,省略了剖面的剖面线。

[0084] 如图6所示,当以人的手指为被计测体7时,热源是动脉血管8,热流从该动脉血管8向各方向分散(动脉血管8的周围的粗黑箭头)。

[0085] 此时,由于动脉血管8接近于手指的指腹侧(图中所指的下侧),因此,在热环41中,热最先到达受热部411中的与手指的指腹侧接触的部分。相对而言,受热部411中与手指的指背侧(图中所指的上侧)接触的部分因距离动脉血管8较远,故热晚到。即,从受热部411传递的热分布可能产生不均。

[0086] 但是,即便从受热部411传递的热分布不均,由于来自受热部411的热所传递到的第一热扩散体412具有高的热传导率 λ_s ,从而传递的热大致均匀地向整个第一热扩散体412扩散(沿着受热部411及第一热扩散体412的周向的小黑箭头),将分布不均消除。换言之,第一热扩散体412通过热扩散效应,不依赖于热源位置地整体趋于等温。当然,用第一温度传感器416计测的温度也不受热源位置影响。换言之,可以说,即便只有一个第一温度传感器416,但不管将热流计测装置4以怎样的方向戴在手指上都不会对计测带来影响。温度传感器的个数减少对制造成本的降低贡献很大,任意的佩戴方向使得使用方便、使用感提高。

[0087] 当第一热扩散体412的温度趋于均匀时,如图7所示,热从第一热扩散体412沿径向向传热层413传递,不久到达第二热扩散体414(传热层413的放射状的影线箭头)。进而,热传递至散热部415,从作为外周开口部471露出的部位向周围环境(本实施方式中为大气)散热。

[0088] 外周开口部471的配置不必在保护部47的全周均匀地设置。初看,也觉得散热部415中被保护部47覆盖的部分与被外周开口部471露出的部分之间好像因为散热程度的差异会产生温度不均,但由于第二热扩散体414具有高的热传导率 λ_e ,因此无此忧虑。因而,用第二温度传感器417计测的温度不依赖于与外周开口部471的相对位置。在尽可能薄地制成热流计测装置4时,这对确定外周开口部471的设计、第二温度传感器417的配置布局给予很大的自由度,具有增加提高佩戴性、使用感的余地的效果。

[0089] 另一方面,当接通热流计测装置4的电源时,在CPU模块42中,CPU421从IC存储器422读出程序并执行,开始使用系统时钟的计测时间的计时处理、和第一温度传感器416对温度 T_s 以及第二温度传感器417对温度 T_e 的连续的计测处理。

[0090] 然后,若从计测开始经过了适当的使得第二温度传感器417能够稳定地进行温度计测程度的时间,则CPU模块42用以下方法算出热流 Q 和深部温度 T_c 。

[0091] 首先,沿径向在热环上传递的热通量 q 用式(1)表示。 λ =传热层413的热传导率、 dT/dr =热环41的径向温度梯度。

[0092] 数学式1

[0093]
$$q = -\lambda \frac{dT}{dr} \dots \text{式(1)}$$

[0094] 当前,热环41的径向位置 r 上的热通量 q 相对于单位时间内流过圆筒面的热流 Q 具有式(2)的关系。

[0095] 数学式2

[0096] $q = -\frac{Q}{2\pi r} \dots \text{式 (2)}$

[0097] 根据式 (1) 和式 (2), 微分温度梯度 (微小温度勾配) dT 由式 (3) 表示。

[0098] 数学式 3

[0099] $dT = -\frac{Q}{2\pi \lambda} \frac{dr}{r} \dots \text{式 (3)}$

[0100] 在半径方向上用 r 对其进行积分, 在作为边界条件的位置 $r = R_s$ (受热部 411 的内周半径: 参照图 2) 上, 当设温度 $T = T_s$ (第一温度传感器 416 的计测温度) 时, 半径方向的位置 r 上的温度 T 用式 (4) 表示。log 是自然对数。

[0101] 数学式 4

[0102] $T = -\frac{Q}{2\pi \lambda} \log r + T_s + \frac{Q}{2\pi \lambda} \log R_s \dots \text{式 (4)}$

[0103] 在式 (4) 中, 当设位置 $r = R_e$ (散热部 415 的外周半径: 参照图 2) 的温度 $T = T_e$ (第二温度传感器 417 的计测温度) 时, 热环 41 内的温度梯度由式 (5) 表示。

[0104] 数学式 5

[0105] $T_s - T_e = \frac{\log(R_e/R_s)}{2\pi \lambda} Q \dots \text{式 (5)}$

[0106] 因此, 从式 (5) 使用由第一温度传感器 416 计测的温度 T_s 、由第二温度传感器 417 计测的温度 T_e , 能够通过式 (6) 算出被计测体发出的热流 Q 。

[0107] 数学式 6

[0108] $Q = \frac{2\pi \lambda}{\log(R_e/R_s)} (T_s - T_e) \dots \text{式 (6)}$

[0109] 如果算出了热流 Q , 则 CPU 模块 42 进一步算出被计测体的深部温度 T_c 。深部温度 T_c 是不易受环境温度影响的核心部的温度、即深部体温。近年来, 为预防中暑、得到优质的睡眠等, 被用作各种健康管理的参数。在现有的根据皮肤表面温度测定深部温度 T_c 的计测装置中, 为了补偿从皮肤表面的散热 (热流补偿) 而需要另外设置电加热部, 但在本实施方式中, 通过第一热扩散体 412 的热扩散效应和由热传导率 λ 低的传热层 413 覆盖第一热扩散体 412 的结构来实现热流补偿, 从而无需加热部即可计测深部温度 T_c 。

[0110] 具体而言, 如上所述, 不管热源的位置如何, 来自被计测体 7 的热由于第一热扩散体 412 的热扩散效应而在整周上得以均匀化 (参照图 6)。虽然认为被计测体 7 中距离热源 (动脉血管 8) 越远的部分 (图 6 的上侧; 如是手指则为指背侧) 温度越低, 但热经由第一热扩散体 412 的传递 (图 6 的动脉血管 8 的上方, 参照朝着中心画出的影线箭头), 使得因距离热源远而容易成为较低温度的部分的温度也上升。然后不久, 如图 8 所示, 可看见至某程度的深度将恰好存在深部温度 T_c 的圆筒状热源 (深部层 9), 热以一定梯度向热环 41 的外周方向传递。

[0111] 当设深部层 9 中最深、即温度最高的部位的温度为深部温度 T_c 时, 深部层 9 被认为是以热传递率 λ_t 传热的传递部, 因此, 当设深部层 9 的厚度为 d 时, 根据上述式 (5), 深

部温度 T_c 与受热部 411 的温度 T_s 的温度差由式 (7) 表示。

[0112] 数学式 7

$$[0113] \quad T_c - T_s = \frac{\log\left(\frac{R_s}{R_s - d}\right)}{2\pi\lambda t} Q \quad \dots \text{式 (7)}$$

[0114] 而且,根据式 (5) 和式 (7),深部温度 T_c 与第二温度传感器 417 所计测的温度 T_e 的温度差由式 (8) 表示。

[0115] 数学式 8

$$[0116] \quad \left. \begin{aligned} T_c - T_e &= (T_c - T_s) + (T_s - T_e) \\ &= \frac{\log\left(\frac{R_s}{R_s - d}\right)}{2\pi\lambda t} Q + \frac{\log(R_e/R_s)}{2\pi\lambda} Q \end{aligned} \right\} \dots \text{式 (8)}$$

[0117] 然后,对式 (8) 和式 (7) 的两边进行除法运算,消去热流 Q ,当设其结果为 D 时,得到式 (9)。

[0118] 数学式 9

$$[0119] \quad D = \frac{(T_c - T_s)}{(T_c - T_e)} = \frac{\frac{\log\left(\frac{R_s}{R_s - d}\right)}{\lambda t}}{\frac{\log\left(\frac{R_s}{R_s - d}\right)}{\lambda t} + \frac{\log\left(\frac{R_e}{R_s}\right)}{\lambda}} \quad \dots \text{式 (9)}$$

[0120] 此处, D 不依赖于被计测体 7 发出的热流 Q ,被认为是常数。因而,深部温度 T_c 可用式 (10) 算出。

[0121] 数学式 10

$$[0122] \quad T_c = \frac{T_s - D T_e}{1 - D} \quad \dots \text{式 (10)}$$

[0123] CPU 模块 42 每次计测温度 T_s 及温度 T_e 都根据式 (6) 算出热流 Q 。然后,进行存储控制,使从计测开始所经过的时间、温度 T_s 、温度 T_e 、热流 Q 和深部温度 T_c 相对应地按时间序列存储于分析数据用存储器模块 432。需要注意的是,也可以与存储控制并行地进行建立与运算装置 6 的数据通信、发送存储于分析数据用存储器模块 432 中的数据的控制。

[0124] 运算装置 6 根据从热流计测装置 4 接收到的数据中所含的热流 Q 求出代谢量 Q_{a11} 并依次显示计算结果。也可以进行图表显示等现有的统计处理。

[0125] 具体而言,在运算装置 6 中存储有预先通过实验而得到的热流 Q 与代谢量 Q_{a11} 的相关函数 F ,参照其得到代谢量 Q_{a11} 。

[0126] 例如,可使用配置数据 (プロフィールデータ) 按以下准备函数 F 。

[0127] 如设想人为被计测体,则针对性别、身高、体重、年龄、体脂肪等个人信息的属性参数(配置:profile)不同的多个受检者,在使运动、温度环境等附加条件变化的状态下,通过呼出气体分析仪计测氧摄入量(酸素消费量)VO2和二氧化碳呼出量(二酸化酸素消费量)VC02,并根据式(11)算出代谢量Qa11。而且,与此并行地通过热流计测装置4计测热流Q。

[0128] 数学式 11

$$[0129] \quad Q_{a11} = 4.686 + \frac{\frac{VC02}{VO2} - 0.707}{0.293} \times 0.361 \cdots \text{式 (11)}$$

[0130] 然后,按照根据性别、身高、体重、年龄、体脂肪等参数进行了分类的组别,取热流Q与代谢量Qa11的相关性,对计测数据进行回归分析,统计地求出函数F(参照图9)。按组将定义组的上述参数的条件与求出的函数F相对应地存储在运算装置6中。或者,也可以编入程序。

[0131] 代谢计测装置2的操作人员向运算装置6输入被计测体的上述参数的值。运算装置6判定符合输入的值的组。然后,参照与判定的组相对应的函数F,根据从热流计测装置4接收到的热流Q求出代谢量Qa11。然后,按时间序列对热流Q和代谢量Qa11的值进行数值显示或者图表显示。

[0132] 以上,根据本实施方式,即使从被计测体7向受热部411的传热存在位置上的不均,第一热扩散体412也可以通过其热扩散效应使温度趋于均匀。因此,不管热源(动脉血管8)与第一温度传感器416的位置关系如何,均能稳定地计测高精度的温度Ts。而且,由于能够使第一温度传感器416仅为一个温度传感器,因此能够控制制造成本。

[0133] 而且,如着眼于散热,虽然散热部415从露出于外周开口部471的部位有限定地向大气散热而导致产生散热不均,但由于第二热扩散体414的热扩散效应,从而能够用第二温度传感器417稳定地计测高精度的温度Te而不管散热不均如何。

[0134] 而且,构成为第一热扩散体412和第二热扩散体414的热传导率高于传热层413的热传导率、且传热层413(后者)的最大温度梯度(最大温度勾配)高于第一热扩散体412和第二热扩散体414(前者)的最大温度梯度。由此,可以从第一热扩散体412向第二热扩散体414传热,减少至温度变均匀的时间。因而,具有抑制从第一热扩散体412向第二热扩散体414的传热不均、更不易受热源与温度传感器的相对位置关系影响的结构。

[0135] 而且,由于热流计测装置4具有不需注意佩戴于手指(被计测体)的佩戴方向的指环形状,因而可以说是佩戴容易、能应对长时间的监视使用的结构。

[0136] 变形例

[0137] 需要说明的是,本发明的实施方式并不限于上述内容,可以实施适当的构成成分的追加、省略、变更。

[0138] 变形例 1

[0139] 例如,如图10所示,也可以构成为在传热层413追加第三热扩散体418、和计测第三热扩散体418的温度的第三温度传感器419。第三热扩散体418与第一热扩散体412、第二热扩散体414同样地实现。而且,第三温度传感器419与第一温度传感器416、第二温度传感器417同样地实现。根据该构成,能够比上述实施方式进一步提高向热环41周向的热

扩散能力,从而能够进一步实现不受热源与温度传感器的相对位置、冷热源与温度传感器的相对位置影响的计测。

[0140] 而且,在应用了该构成的情况下,对于热流 Q ,也可以在式 (6) 中代替由第二温度传感器 417 计测的温度 T_e 而使用由第三温度传感器 419 计测的温度算出热流 Q ,或者也可以在式 (6) 中代替由第一温度传感器 416 计测的温度 T_s 而使用由第三温度传感器 419 计测的温度算出热流 Q 。

[0141] 进而,还可以构成为,从第一温度传感器 416、第二温度传感器 417、第三温度传感器 419 中选择多个传感器来形成应用于式 (6) 的温度传感器的组合而初次算出 (1 次算出) 热流 Q 、取其平均作为最终的热流 Q 。

[0142] 变形例 2

[0143] 在上述实施方式中,以人的手指作为被计测体为前提进行了说明,毋庸置疑,当被计测体的外径是手指程度的大小时,当然也可以在脚趾等上进行计测。

[0144] 而且,在人的情况下,不限于手指等末梢部,也可以在躯干部 (例如胸部、腹部) 进行计测。在这种情况下,例如由图 11 的代谢计测装置 2B 所示,使热流计测装置 4 的热环 41 的直径大于上述实施方式即可。具体而言,当形成为热环 41 的轴向宽度为 10mm ~ 100mm 左右、周长为 600mm ~ 1200mm 左右的带型时,从佩戴性和能够尽可能地减少从侧面的热流出的影响来说是优选的。在带的相当于带扣的部位可以内置 CPU 模块 42、主存储器模块 431、分析数据用存储器模块 432、无线通信模块 44、天线模块 45 等,进而还可以以可装卸的方式配备小型的运算装置 6。需要说明的是,在为带型的情况下,保护部 47 能够省略。

[0145] 变形例 3

[0146] 而且,在上述实施方式中,构成为由热流计测装置 4 根据温度 T_s 和温度 T_e 算出热流 Q ,但也可以构成为使热流计测装置 4 只作为计测温度 T_s 和温度 T_e 并按时间序列对它们进行存储的温度计测记录装置发挥作用,而由运算装置 6 对热流 Q 进行运算。

[0147] 变形例 4

[0148] 而且,在上述实施方式中,将以人为代表的生物体作为计测对象,但计测对象并不限于此。例如,也可以将需要进行温度管理等的工业用管 (パイプ) 或导管 (チューブ)、罐、保温箱、炉等作为计测对象。

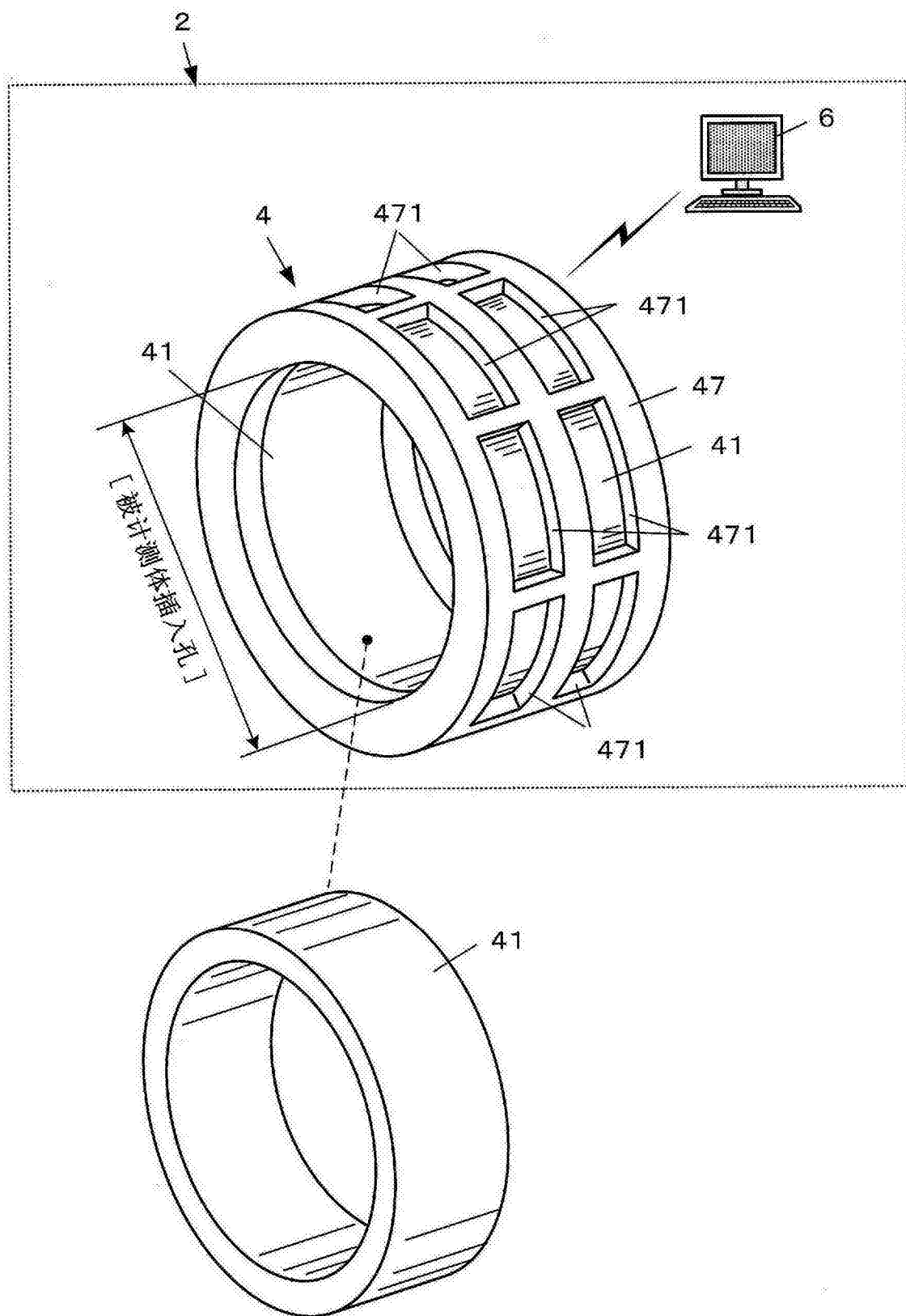


图 1

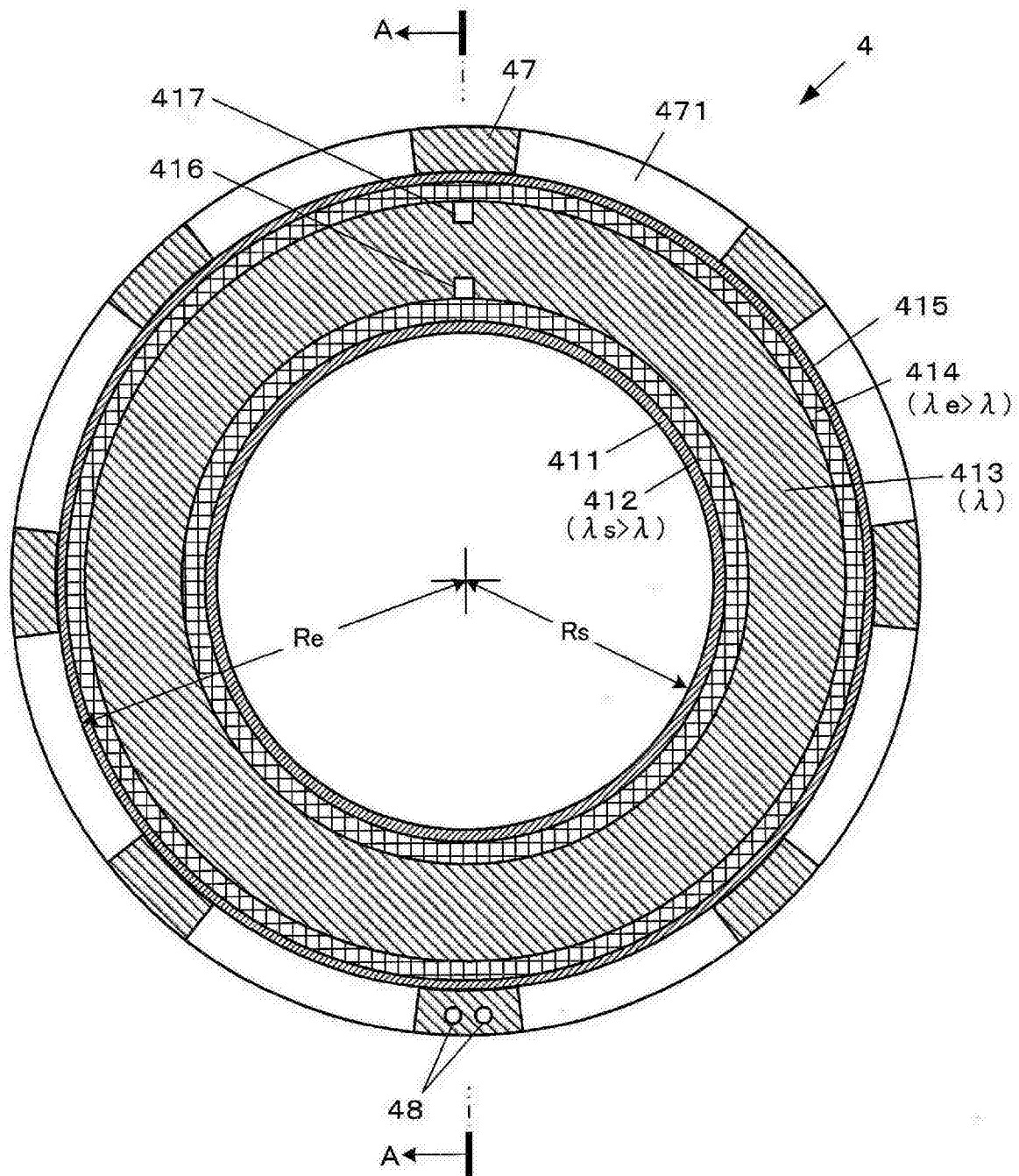


图 2

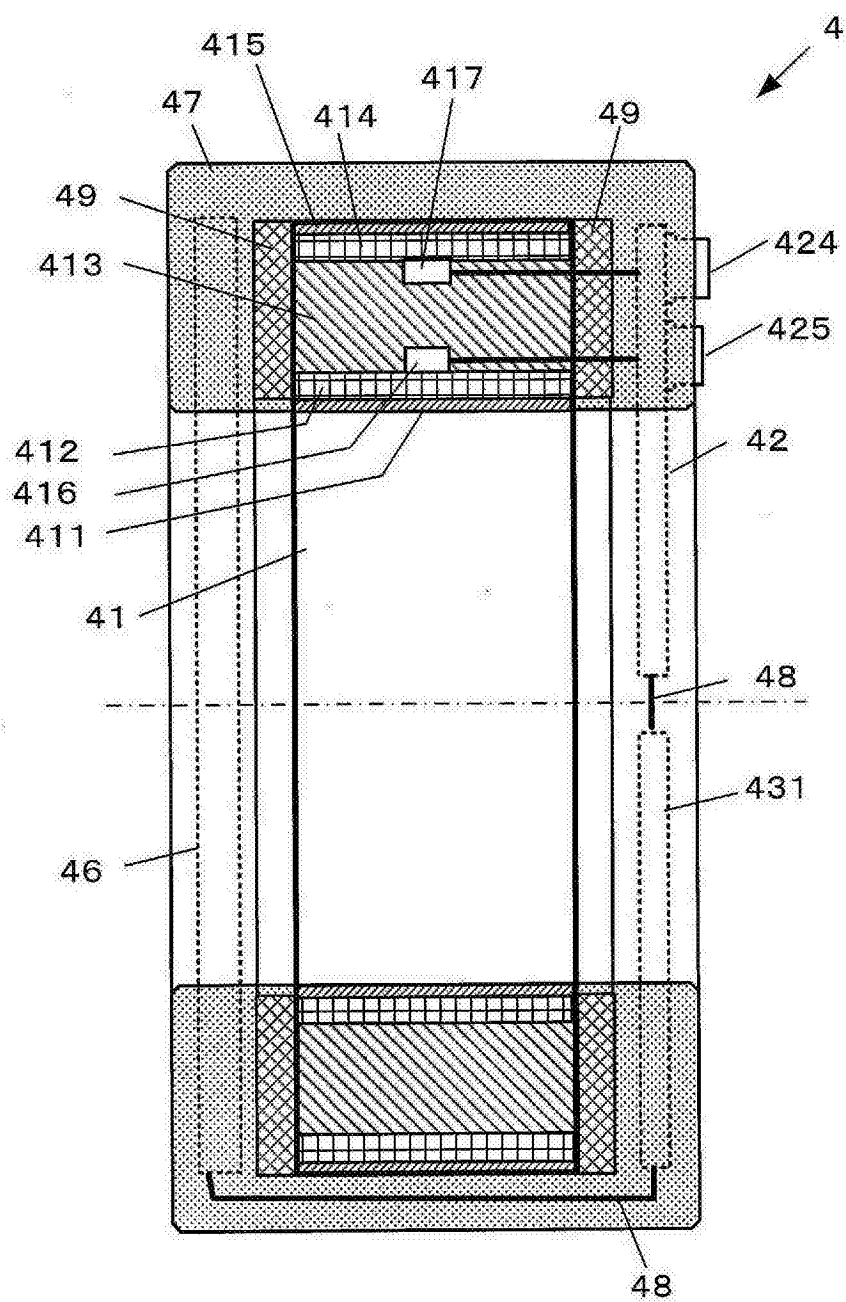


图 3

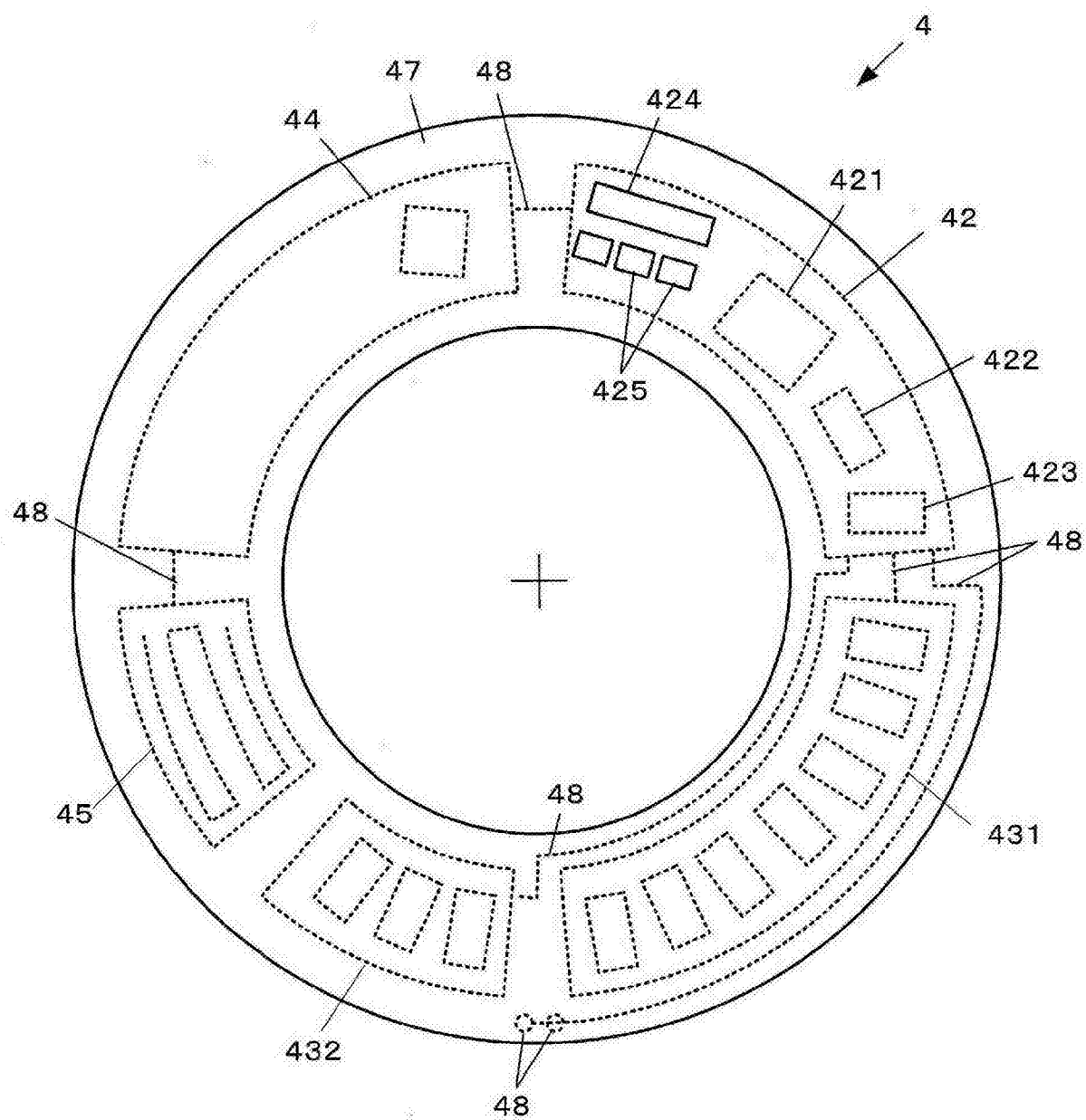


图 4

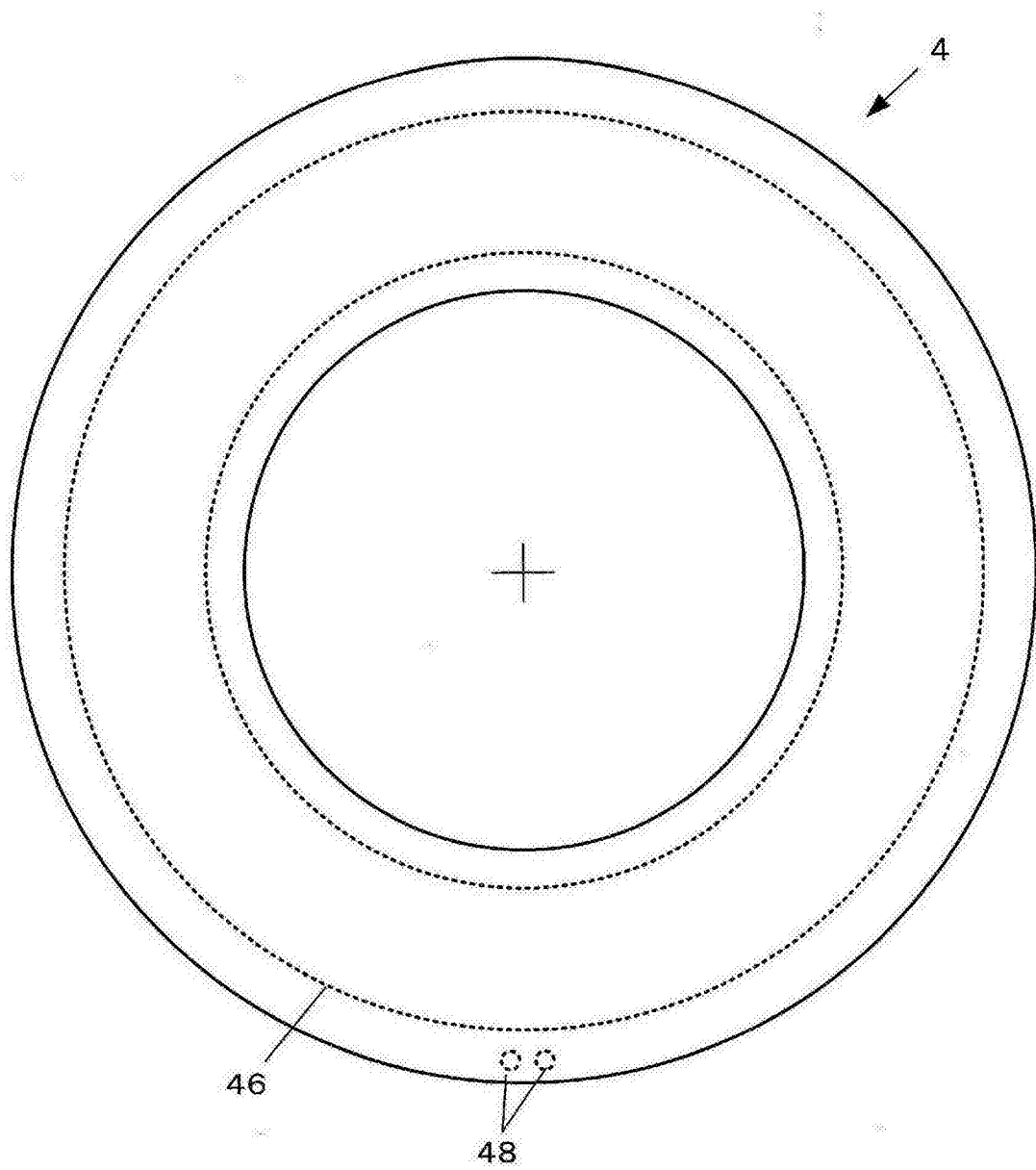


图 5

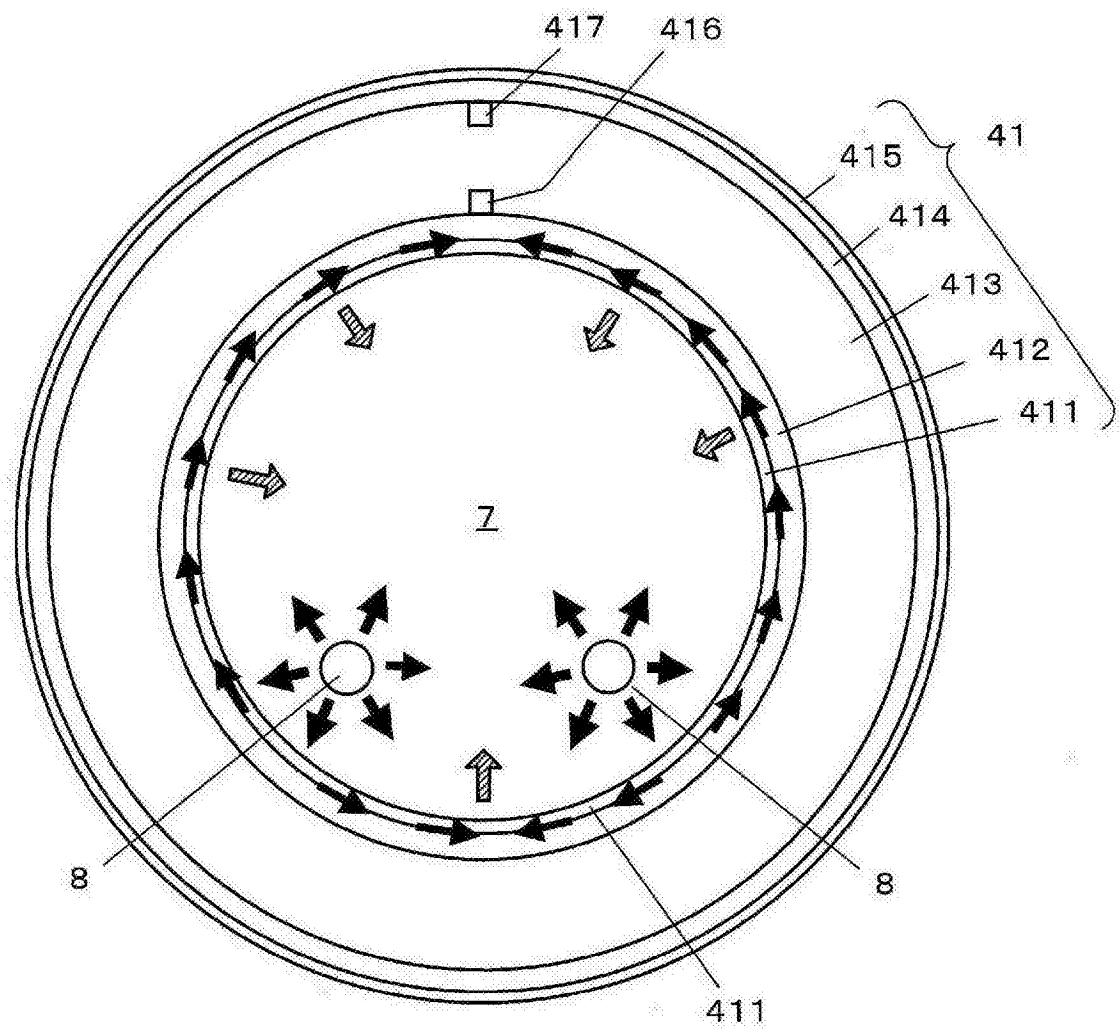


图 6

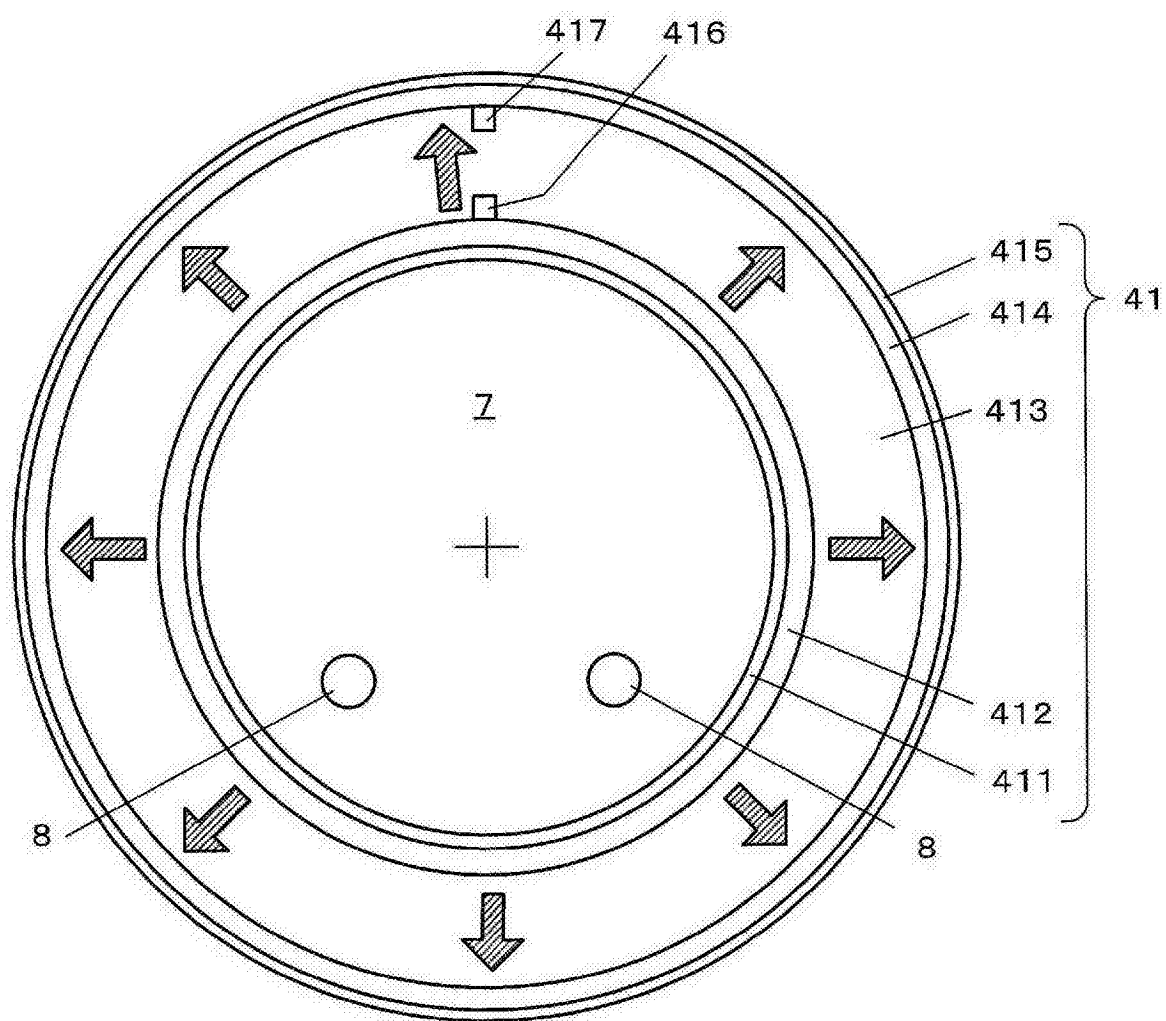


图 7

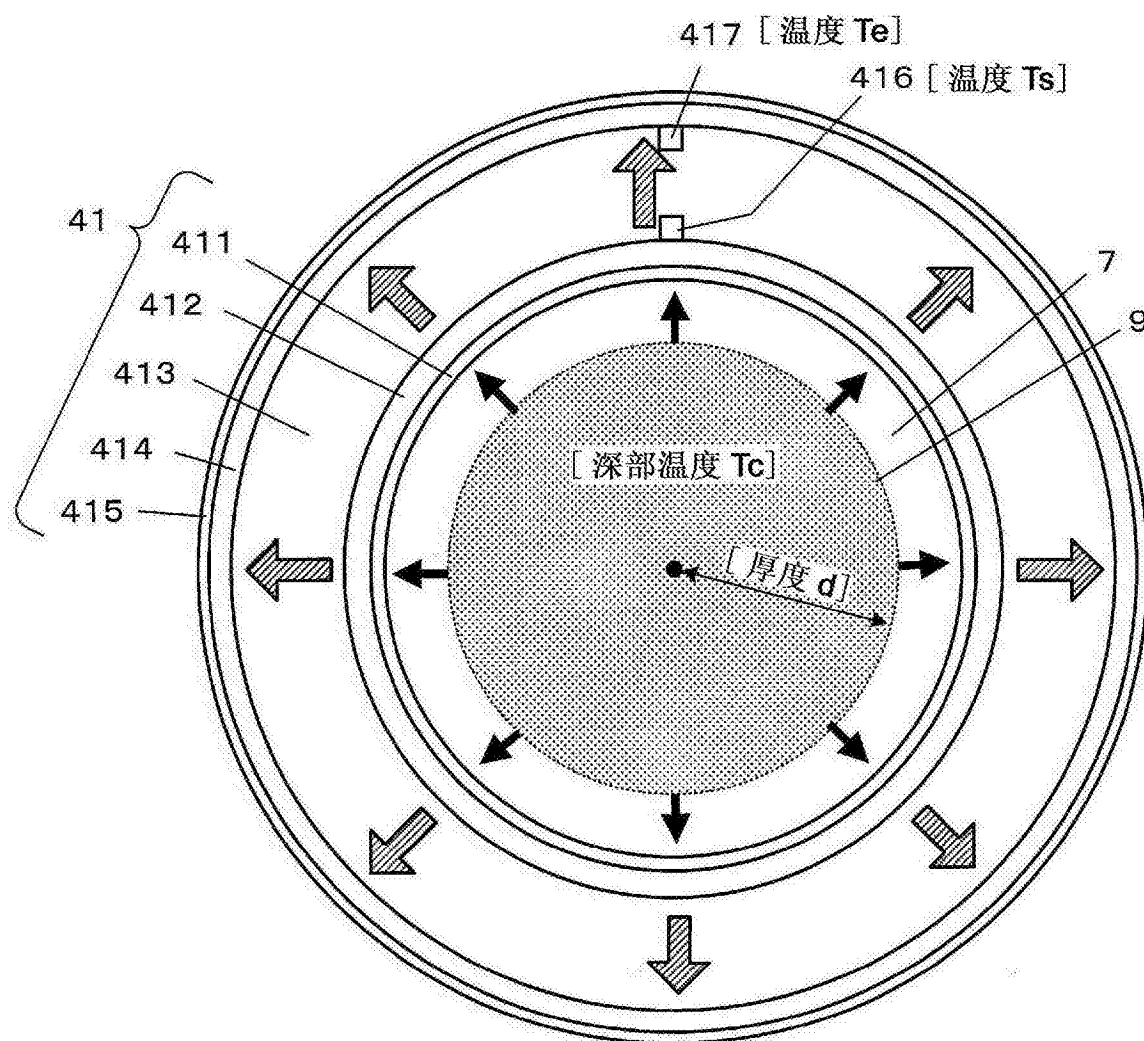


图 8

热流与代谢量的相关

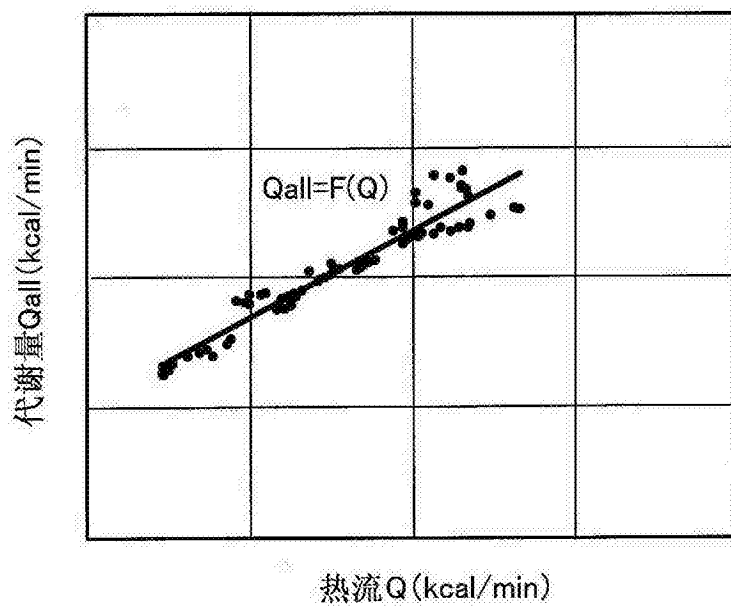


图 9

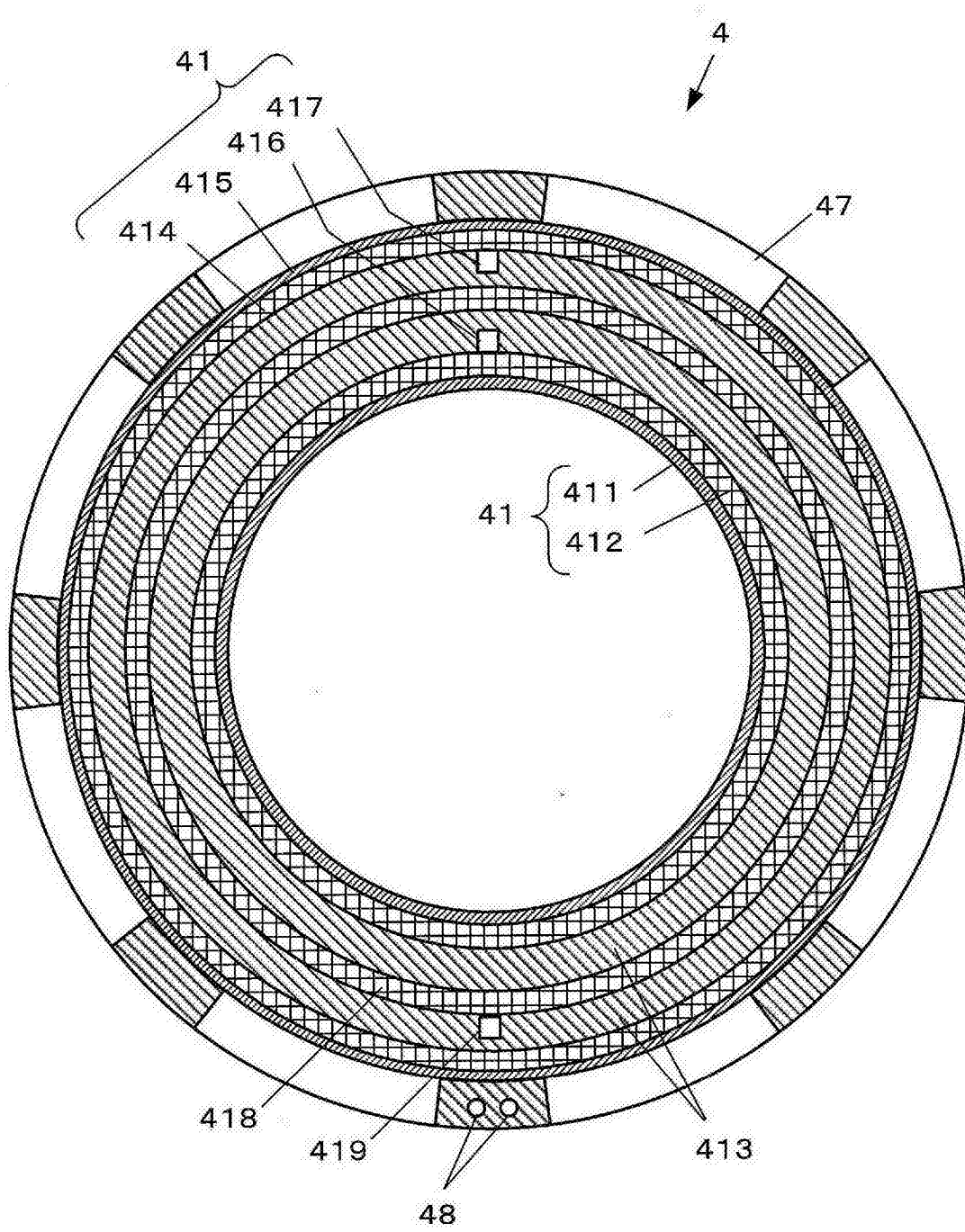


图 10

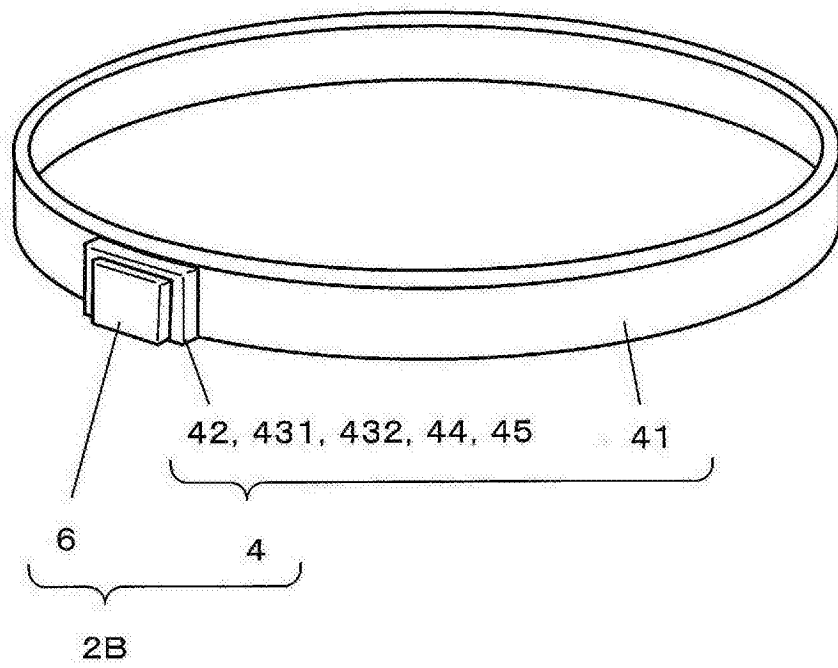


图 11

专利名称(译)	热流计测装置以及代谢计测装置		
公开(公告)号	CN105395172A	公开(公告)日	2016-03-16
申请号	CN201510575891.8	申请日	2015-09-10
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
[标]发明人	池田阳 伊藤惠		
发明人	池田阳 伊藤惠		
IPC分类号	A61B5/01 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/01 A61B5/4866 A61B5/6826 G01K13/002 G01K17/06 A61B5/7278		
优先权	2014184518 2014-09-10 JP		
其他公开文献	CN105395172B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供能够补偿因热源与温度传感器的位置关系而导致的计测温度差的热流计测装置以及代谢计测装置。指环型的热源计测装置(4)在受热部(411)与被计测体(7)接触而受热，并按照第一热扩散体(412)、传热层(413)、第二热扩散体(414)、散热部(415)的顺序传热及散热。由第一温度传感器(416)计测第一热扩散体(412)的温度，由第二温度传感器(417)计测第二热扩散体(414)的温度，根据这些温度算出热流。由于第一热扩散体(412)及第二热扩散体(414)的热扩散效应，不管作为热源的动力血管(8)与第一温度传感器(416)、第二温度传感器(417)的相对位置如何均能稳定且高精度地进行温度计测。

