



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119421659 A

(43) 申请公布日 2025. 02. 11

(21) 申请号 202380049725.7

(22) 申请日 2023.05.01

(30) 优先权数据

2022-105509 2022.06.30 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.12.25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/017069 2023.05.01

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/004375 JA 2024.01.04

(71) 申请人 公立大学法人公立諏访东京理科大学

地址 日本国长野县茅野市丰平5000地址1

(72) 发明人 桥元伸晃

(74) 专利代理机构 上海德昭知识产权代理有限公司 31204

专利代理师 郁旦蓉 卢泓宇

(51) Int.Cl.

A61B 5/01 (2006.01)

G01K 7/42 (2006.01)

G01K 13/20 (2006.01)

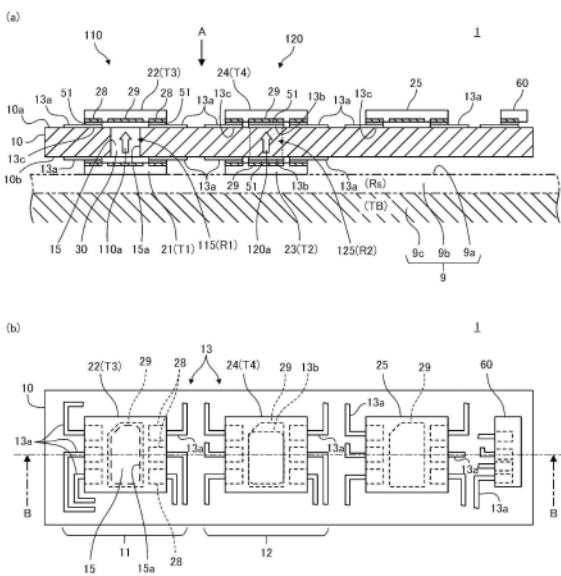
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54) 发明名称

深部体温测量用探针及深部体温计

(57) 摘要

本发明的深部体温测量用探针1用于测量被检体9的深部体温,其包括:板状的基板10;在基板的第一区域11中以夹着该基板10相对的方式安装的一对第一区域温度传感器21、22;以及在基板的第二区域12中以夹着该基板10相对的方式安装的一对第二区域温度传感器23、24。其中,在基板10上,在第一区域温度传感器21、22的正下方形成有贯通该基板10的表面10a和背面10b之间的贯通孔15,并且一对第一区域温度传感器21、22之间通过该贯通孔15连接。根据本发明的深部体温测量用探针1,即使构成探针的基板薄型化,也能够以高精度测量被检体的深部体温。



1. 一种深部体温测量用探针,在测量被检体的深部体温时使用,其特征在于,包括:
基板;

一对第一区域温度传感器,其是在所述基板的第一区域中,以隔着该基板相向安装的一对温度传感器;以及

一对第二区域温度传感器,其是在所述基板的第二区域中,以隔着该基板相向安装的一对温度传感器,

其中,在所述基板上,在所述第一区域温度传感器的正下方形成有贯通该基板的表面与背面之间的贯通孔,所述一对第一区域温度传感器之间通过该贯通孔连接。

2. 根据权利要求1所述的深部体温测量用探针,其特征在于:
在所述贯通孔的内部配置有空气层。

3. 根据权利要求2所述的深部体温测量用探针,其特征在于:
在所述贯通孔的内部还配置有隔热纸。

4. 根据权利要求1所述的深部体温测量用探针,其特征在于:
所述基板由玻璃基板构成,
所述贯通孔的内部为真空或接近真空的状态。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的深部体温测量用探针,其特征在于:

在所述基板上,在所述第二区域温度传感器的正下方形成有贯通该基板的表面同意背面之间的另一贯通孔,且在该另一贯通孔中埋入有金属,所述一对第二区域温度传感器之间经由该金属连接。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的深部体温测量用探针,其特征在于:
在所述基板中,在所述第一区域和所述第二区域之间配置有空气层。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的深部体温测量用探针,其特征在于:
在所述基板中,在所述第一区域和/或所述第二区域周围配置有空气层。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的深部体温测量用探针,其特征在于:
在所述基板中,以与构成所述第一区域及所述第二区域的区域相邻的方式配置有测量外部气体温度的温度传感器。

9. 一种深部体温测量用探针,在测量被检体的深部体温时使用,其特征在于,包括:
板状的基板;

第一热流测量系统,其具有在所述基板的第一区域中隔着该基板相向安装的一对温度传感器即“一对第一区域温度传感器”、以及在所述第一区域的基板内构成的第一热流路,用于所述被检体流出的第一热流;以及

第二热流测量系统,其具有在所述基板的第二区域中隔着该基板相向安装的一对温度传感器即“一对第二区域温度传感器”、以在所述第二区域的基板内构成的第二热流路,用于测量从所述被检体流出的第二热流,

其中,在所述基板上,在所述第一区域温度传感器的正下方形成有贯通该基板的表面与背面之间的贯通孔,所述第一热流路由配置在所述贯通孔的内部的空气层构成。

10. 根据权利要求9所述的深部体温测量用探针,其特征在于:
在所述贯通孔的内部还配置有隔热纸。

11. 一种深部体温计,其特征在于,包括:

权利要求1至10中任一项所述的深部体温测量用探针;以及

深部体温推定部,其使用由所述深部体温测量用探针的所述一对第一区域温度传感器及所述一对第二区域温度传感器所测定出的各个温度来推定深部体温。

12.根据权利要求项11所述的深部体温计,其特征在于:

在将所述深部体温设为TB,将所述一对第一区域温度传感器中的配置在所述被检体侧的传感器、所述一对第二区域温度传感器中的配置在所述被检体侧的传感器、以及将由所述一对第一区域温度传感器中的配置在所述被检体的相反侧的传感器及所述一对第二区域温度传感器中的配置在所述被检体的相反侧的传感器所测定出的各个温度分别设为T1、T2、T3及T4时,

所述深部体温推定部

对于所述一对第一区域温度传感器之间的第一热流路和所述一对第二区域传感器之间的第二热流路的热阻比K,将通过 $K = [(TB - T2) (T1 - T3)] / [(TB - T1) (T2 - T4)]$ 的关系预先决定的所述热阻比K、以及

将通过探测到所述被检体而测定的所述温度T1、T2、T3及T4,

通过适用 $TB = T1 + (T1 - T2) (T1 - T3) / [K (T2 - T4) - (T1 - T3)]$ 的关系来推定出所述深部体温TB。

深部体温测量用探针及深部体温计

技术领域

[0001] 本发明涉及深部体温测量用探针及深部体温计,主要涉及测量人体的深部体温(核心体温)的深部体温测量用探针及深部体温计。

背景技术

[0002] 一直以来,人们都在研究用无创方法测量人体深部体温的双热流法。双热流法是通过测量穿过两个不同绝热材料的热流并求解与热流相关的联立方程式,从而不使用作为未知数的生物体皮肤的热阻值而求出深部体温TB的方法(例如参照非专利文献1)。

[0003] 在非专利文献1和专利文献1中,公开了使用双热流法测量深部体温TB的深部体温测量用探针(以下有时简称为“探针”)。为了构成面向总热流法的探针,重要的是在两个热流路的热阻值之间(第一热流路的热阻值和第二热流路的热阻值之间)设置差,这些文献也公开了为此进行了改进的探针。

[0004] 专利文献1所记载的深部体温测量用探针构成为,通过使基板的第一区域中的导电图案的占有率和/或方差与第二区域中的导电图案的占有率和/或方差不同,从而在彼此的热阻率上产生差。例如,在图1的例子中,在第一热流路中在基板的层间配置导电图案,以使整体的热阻R降低,另一方面,在第二热流路中不配置这样的层间的导电图案,而是由基板材料本身构成第二热流路,整体上双方之间的热流路的热阻值存在差异。

[0005] 【非专利文献1】柳井一成,“无创深部体温计的开发及基础实验中的验证”,奈良先端科学技术大学院大学信息科学研究科硕士论文,NAIST Digital Library,2014年。

[0006] 【专利文献1】国际公开第2019/167707号

[0007] 据推测,最近夏季高温的情况也很多,从预防中暑等观点来看,今后将深部体温测量用探针安装在生物体上来监视生物体深部体温TB(特别是人体深部体温)的措施也会增加。作为可穿戴探测器所期待的属性,为了降低安装时的抵触感、提高安装率,“薄型”也很重要。

[0008] 但是,如果使构成深部体温测量用探针的基板的厚度变薄,则厚度方向的尺寸会变小,因此会朝着厚度方向的热阻值下降的方向发展。此时,如果基于专利文献1所记载的深部体温测量用探针的技术,则即使为了降低第一区域的热阻值而在层间加入导电图案,由于基板的薄型化,第二区域的热阻值也变小,因此在两个区域之间难以产生热阻值之差。因此,即使利用专利文献1所记载的技术构成薄型的可穿戴深部体温测量用探针,也难以较高地保持深部体温的测量推定(以下,简称为“测量”)的精度。

[0009] 另外,在专利文献1所记载的深部体温测量用探针中,基板的尺寸设定得越小,越难以在内部嵌入更多的导电图案,缺乏可行性和实用性。

[0010] 因此,本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于提供一种即使构成探针的基板薄型化,也能够以高精度测量被检体的深部体温的深部体温计测量用探针。另外,本发明的目的还在于提供具备这种深部体温计测量用探针的深部体温计。

发明内容

[0011] 根据本发明的一种形态,提供一种深部体温测量用探针,在测量被检体的深部体温时使用,其特征在于,包括:基板;一对第一区域体温传感器,其是在所述基板的第一区域中,以隔着该基板相向安装的一对体温传感器;以及一对第二区域体温传感器,其是在所述基板的第二区域中,以隔着该基板相向安装的一对体温传感器,其中,在所述基板上,在所述第一区域体温传感器的正下方形成有贯通该基板的表面与背面之间的贯通孔,所述一对第一区域体温传感器之间通过该贯通孔连接。

[0012] 根据本发明的另一形态,提供了一种类似地用于测量被检体的深部体温的深部体温测量探针。

[0013] 该深部体温测量用探针包括:板状的基板;第一热流测量系统,其具有在所述基板的第一区域中隔着该基板相向安装的一对体温传感器即“一对第一区域体温传感器”、以及在所述第一区域的基板内构成的第一热流路,用于所述被检体流出的第一热流;以及第二热流测量系统,其具有在所述基板的第二区域中隔着该基板相向安装的一对体温传感器即“一对第二区域体温传感器”、以在所述第二区域的基板内构成的第二热流路,用于测量从所述被检体流出的第二热流,其中,在所述基板上,在所述第一区域体温传感器的正下方形成有贯通该基板的表面与背面之间的贯通孔,所述第一热流路由配置在所述贯通孔的内部空气层构成。

[0014] 根据本发明的又一形态,提供一种深部体温计,其具备:上述记载的深部体温测量用探针;深部体温推定部,使用由深部体温测量用探针的一对第一区域体温传感器以及一对第二区域体温传感器测量出的各体温来推定深部体温。

[0015] 发明效果

[0016] 根据本发明,能够提供一种即使构成探针的基板薄型化,也能够以高精度测量被检体的深部体温的深部体温计测量用探针。另外,可以提供具备这种深部体温计测量用探针的深部体温计。

附图说明

[0017] 图1是用于说明实施方式1涉及的深部体温测量用探针1的图。

[0018] 图2是展示实施方式1涉及的深部体温测量用探针1的构成要素的图。

[0019] 图3是展示实施方式1涉及的深部体温计500的硬件结构的示例框图。

[0020] 图4是展示实施方式1涉及的深部体温测量用探针1的热等效电路图。

[0021] 图5是展示实施方式1涉及的深部体温测量用探针1的实验系统的截面图。

[0022] 图6是展示实施方式2涉及的深部体温测量用探针2的截面图。

[0023] 图7是展示实施方式3涉及的深部体温测量用探针3的截面图。

[0024] 图8是用于说明实施方式4涉及的深部体温测量用探测器4的图。

[0025] 图9是展示变形例1的深部体温测量用探针5的截面图。

[0026] 图10是展示变形例2和变形例3的深部体温测量用探针6、7的主要部分剖视图。

[0027] 图11是用于说明变形例4涉及的深部体温测量用探针4'、4''的图。

具体实施方式

[0028] 以下,参照附图对本发明的深部体温测量用探针及深部体温计进行说明。此外,关于各图通用的符号,其他图的说明中也能够引用对该符号已经说明的内容,因此省略其他图的说明。

[0029] 【实施方式1】

[0030] 1.实施方式1涉及的深部体温测量用探针1的结构

[0031] 图1是用于说明实施方式1涉及的深部体温测量用探针1而示出的图。图1(a)是图1(b)中B-B截面的深部体温测量用探针1的截面图。图1(b)是沿着图1(a)的箭头A观察深部体温测量用探针1时的平面图。图2是表示实施方式1涉及的深部体温测量用探针1的构成要素的图。

[0032] (1) 深部体温测量用探针1的概要

[0033] 如图1所示,深部体温测量用探针1是在测量作为被检体9的深部的被检体深部9c的体温时使用的探针,通过使背面侧与被检体表面9a直接或间接抵接来测量被检体深部9c的体温(深部体温TB)。在图中,符号RS表示无法直接测量的被检体中间部9b的热阻值。

[0034] 作为典型的被检体9,可以举出人、兽等生物体,但在本实施方式中假设人来继续说明。

[0035] 深部体温测量用探针1具备基板10和体温传感器21、22、23、24。另外,在本说明书中,体温传感器有时也简称为“传感器”。

[0036] (2) 基板10

[0037] 图2(a)是表示基板10的俯视图,表示观察没有安装体温传感器21、22、23、24、25的裸基板的表面时的情况。

[0038] 如图2(a)所示,基板10是形成有布线图案13的印刷基板。例如,可以采用环氧玻璃基板作为基板10。本实施方式基板10为在表面10a及背面10b的两面具有布线图案13的所谓的双面基板。布线图案13(广义的布线图案)包括端子13c、连接端子13c之间的狭义的布线图案13a、形成为焊盘状的狭义的焊盘13b等。另外,在图中省略了狭义布线图案13a中途的连接记载。

[0039] 基板10具有表面10a和背面10b,具有例如板状的形状。另外,这里表面10a及背面10b的定义是为了方便,将面向外界(大气8侧)的面设为表面10a,将与被检体9抵接的一侧的面设为背面10b。

[0040] 基板10具有安装体温传感器21、22、23、24的基部的功能,并且,关于其一部分(或全部)构成从背面10b侧向表面10a侧流动的热的流路(热流路)(也参照图1)。

[0041] (3) 体温传感器21、22、23、24

[0042] 由于体温传感器21、22、23、24测定接触的部位(节点)的体温,并输出与测定出的体温对应的输出信号,因此,例如可以由热电偶、铂电阻、热敏电阻等分立的设备、集成电路(IC)化并输出数字输出信号的设备等构成。

[0043] 本实施方式的体温传感器21、22、23、24使用被IC化的传感器,例如如图所示,也可以通过所谓的SON封装(Small Outline Non-leaded package)来实现。

[0044] 图2(b)是表示用SON封装实现了体温传感器21、22、23、24、25时该封装的底面的仰视图。体温传感器21、22、23、24、25在内部具有具有感测体温并变换为电信号的功能的半导

体芯片(省略图示),与该半导体芯片电连接的外部连接端子28露出到底面。另外,体温传感器21、22、23、24、25在底面还具有用于使应该测定的接触部位(具体而言是热流路的节点)与内部的半导体芯片之间的热耦合良好的热焊盘29。

[0045] 返回图1,继续对体温传感器的基板安装进行说明。

[0046] 体温传感器21、22在基板10的第一区域11中,以隔着该基板10对置的方式安装。体温传感器21安装在基板10的背面10b,体温传感器22安装在基板10的表面10a。同样地,体温传感器23、24在基板10的第二区域12中,以一对隔着该基板10相对的方式安装。体温传感器23安装在基板10的背面10b,体温传感器24安装在基板10的表面10a。

[0047] 在图中,符号60表示的是进行与外部连接的外部连接器。另外,符号25是测定外部空气体温的体温传感器。如后所述,在实验决定热阻比K时,使用由体温传感器25测定的外部气温T5对热阻比K进行修正。另外,体温传感器25以与构成第一区域11及第二区域12的区域相邻的方式配置。用一个模块也可以测量外部空气体温,从整体上看,可以小型、轻量、廉价地实现深部体温计500。

[0048] 在本说明书中,可以分别将一对体温传感器21、22称为“一对第一区域体温传感器21、22”,将一对体温传感器23、24称为“一对第二区域体温传感器23、24”。

[0049] 所谓“第一区域11”、“第二区域12”,是在进行基于双热流法的深部体温测量时,分别设有意图在彼此的热阻值R1、R2之间具有差的“第一热流路115”、“第二热流路125”的区域(参照图1(b),图2等)。

[0050] 各体温传感器21、22、23、24的外部连接端子28经由“焊锡51”与基板10的端子13c连接,由此进行双方的电连接,并且,各传感器固定在基板10上。

[0051] 体温传感器23、24的热焊盘29经由“焊锡51”连接在基板10的整个重叠区域上,由此,使与基板10的焊盘13b(作为第二热流路125的连接点的节点)之间的热耦合良好,并且利用“焊锡51”固定热焊盘29~焊盘13b之间的距离,能够防止动态的距离变动(假设没有焊锡51而只有间隙时的设想)。

[0052] 在焊接中,将“焊锡51”的厚度控制在规定范围的偏差内,使热焊盘29~焊盘13b之间的距离大致一定。由此,能够使一对第二区域体温传感器23、24之间的距离保持大致恒定,即使在批量生产时也能够再现性良好地将第二热流路125的热阻值R2管理为大致恒定。

[0053] 接着,着眼于基板10的第二区域12,第二热流路125由基板10自身和插入在热焊盘29及焊盘13b之间的“焊料51”构成。由于在有效利用基板10自身的同时构成第二热流路125,所以不进行特别的加工,也不特别增加部件数量,就能够以简单的结构构成探针,是一种经济型的探针。

[0054] 第二热流120a通过第二热流路125从该深部体温测量用探针1的背侧向表侧流动(参照图1(a)中用粗箭头示意性表示的符号120a)。

[0055] (4) 第一热流路115的结构

[0056] 另一方面,着眼于基板10的第一区域11,在基板10上,在体温传感器21、22(第一区域体温传感器21、22)的正下方形成有贯通该基板10的表面10a和背面10b之间的贯通孔15。一对第一区域体温传感器21、22之间由贯通孔15连接。这里的“连接”既包括空间连接的意思,也包括从热电路的角度进行连接的意思。

[0057] 另外,在实施方式1涉及的深部体温测量用探针1中,在贯通孔15的内部配置有空

气层30。符号15a表示贯通孔的内壁。

[0058] 第一热流路115由上述贯通孔15的间隙(在实施方式1中为空气层30)构成。换句话说,通过配置在形成于基板10的贯通孔15的内部空气层30实现构成第一热流路115的热电阻体。

[0059] 通过这样的第一热流路115,第一热流110a从该深部体温测量用探针1的背侧向表侧流动(参照图1(a)中用粗箭头示意性地表示的符号110a)。

[0060] 另外,第一区域体温传感器21、22由半导体构成IC,优选在俯视时,优选贯通孔15以IC的热焊盘29(或者在后述的变形例3中为裸芯片的背面)的50%以上的面积重叠(参照图1的(b))。更优选贯通孔15在热焊盘29的整个区域重叠。

[0061] (5) 第一热流测量系统110和第二热流测量系统120

[0062] 上述的、在第一区域11的基板内构成的第一热流路115以及一对第一区域体温传感器21、22构成“第一热流测量系统110”。同样,构成在第二区域12的基板内的第二热流路125以及一对第二区域体温传感器23、24构成“第二热流测量系统120”。

[0063] 实施方式1涉及的深部体温测量用探针1也可以说具备以下结构。

[0064] 即,包括:具有在基板10的第一区域11中隔着该基板10相对地安装的一对第一区域体温传感器21、22、以及构成于第一区域11的基板内的第一热流路115,测量从被检体9流出的第一热流110a的“第一热流测量系统”。并且,包括:具有在基板10的第二区域12中隔着该基板10相对地安装的一对第二区域体温传感器23、24、以及构成于第二区域12的基板内的第二热流路125,测定从被检体9流出的第二热流120a的“第二热流测定系统120”。并且,在基板10上,在第一区域体温传感器21、22的正下方形成有贯通该基板10的表面和背面之间的贯通孔15,第一热流路115由配置在贯通孔15内部的空气层30构成。

[0065] 2.实施方式1涉及的深部体温计500的结构

[0066] 图3是展示实施方式1涉及的深部体温计500的硬件结构的示例的框图。符号200表示体温测定部。

[0067] 实施方式1涉及的深部体温计500的结构能够包括上述实施方式1涉及的深部体温测量用探针1;以及使用由深部体温测量用探针1一对第一区域温度传感器21、22及一对第二区域温度传感器23、24测定的各体温来推定深部体温TB的深部体温推定部210。

[0068] 深部体温推定部210通过双热流法“例如通过后述的式(10)的运算”计算深部体温TB作为推定值。

[0069] 深部体温推定部210可以由专用电路、通用电路中任意一种构成。通用电路例如通过图3所示的信息处理装置(没有符号)实现。

[0070] 构成深部体温推定部210信息处理装置具有处理器211、存储器212、输入输出接口214、通信接口215。这些连接着总线BS。

[0071] 处理器211基于存储在存储部件(存储器212和存储装置(未示出))中的程序操作以控制各部件。存储部(无符号)中也包含非易失性的存储设备(ROM等),存储在信息处理装置启动时由处理器211执行的引导程序、依赖于信息处理装置的硬件的程序等。未图示的存储器由SDD(Solid State Drive:固态驱动器)、HDD(Hard Disk Drive:硬盘驱动器)等辅助存储装置构成。存储器212适当地存储处理器211执行各种控制处理时所需的数据。

[0072] 处理器211对后述的式(10)适用体温 $T_1 \sim T_4$ 等,计算深部体温TB并作为推定值。该

情况下,深部体温推定部210也可以称为运算并推定深部体温TB的处理器功能。

[0073] 输入输出接口214,执行来自输入输出设备(特别是此处为体温传感器21、22、23、24、25)输入输出。通信接口215通过网络等从其他电子设备接收数据,将其传送到处理器211,并通过网络等将处理器211生成的数据传送到其他电子设备。

[0074] 3.关于实验类

[0075] 在估计深部体温TB时使用后述式(10)中,需要识别并准备第一热流测定系统110和第二热流测定系统120的热阻比K的值。如果构成第一热流路115和第二热流路125的材料及其物性已知,则也可以理论上求出热阻比K。但是,现在,发明者在另外的实验系统中预先实验求出了符合实际情况的热阻比K,在此基础上,还开发了将该热阻比K应用于公式(10)的方式,以下进行详细叙述。

[0076] (1)深部体温测量用探针1的热等效电路

[0077] 图4是实施方式1涉及的深部体温测量用探针1的热等效电路图。

[0078] 图4所示的Ia是流过第一热流路115的热流(值),Ib是流过第二热流路125的热流(值)。Ic是在第一热流测定系统110的被检体深部9c被检体表面9a(皮肤)之间的热阻Rs(热阻值)中流动的热流(值),Id是在第二热流测定系统120的被检体深部9c~被检体表面9a(皮肤)之间的热阻Rs(热阻值)中流动的热流(值)。

[0079] 根据图4所示的热等效电路,对于第一热流测量系统110,以下式成立。

[0080] $I_a = (T_1 - T_3) / R_1 \cdots (1)$

[0081] $I_c = (T_B - T_1) / R_S \cdots (2)$

[0082] $I_a = I_c = (T_1 - T_3) / R_1 = (T_B - T_1) / R_S \cdots (3)$

[0083] 根据公式(3)

[0084] $T_B = T_1 + (T_1 - T_3) \times (R_S / R_1) \cdots (4)$

[0085] 类似地,对于第二热流测量系统120,以下式成立。

[0086] $I_b = (T_2 - T_4) / R_2 \cdots (5)$

[0087] $I_d = (T_B - T_2) / R_S \cdots (6)$

[0088] $I_b = I_d = (T_2 - T_4) / R_2 = (T_B - T_2) / R_S \cdots (7)$

[0089] 根据公式(7)

[0090] $T_B = T_2 + (T_2 - T_4) \times (R_S / R_2) \cdots (8)$

[0091] 在此,有使用式(4)和式(8)去除Rs等求出深部体温TB的方法。但是,发明人实验后发现很难求出准确的深部体温。

[0092] 因此,发明人决定用其他方法求出深部体温TB。

[0093] 首先,根据图4的热等效电路,如下定义第一热流测量系统110和第二热流测量系统120的热阻比K。

[0094] $K = [(T_B - T_2) (T_1 - T_3)] / [(T_B - T_1) (T_2 - T_4)] \cdots (9)$

[0095] 于是,式(9)可以变形为求出深部体温TB的下式。

[0096] $T_B = T_1 + (T_1 - T_2) (T_1 - T_3) / [K (T_2 - T_4) - (T_1 - T_3)] \cdots (10)$

[0097] 发明人基于该想法进行了预备实验,利用式(9)的关系决定热阻比K。然后,使用式(10)的关系,基于在预备实验中决定的热阻比K和由体温传感器(15、16、17、18)测量的体温(T1、T2、T3、T4)来计算(推定)深部体温TB。

[0098] 进行实验验证后,确认了可以求出正确的深部体温。

[0099] 即,对于实施方式1涉及的深部体温推定部210针对一对第一区域体温传感器21、22间的第一热流路115和一对第二区域体温传感器23、24间的第二热流路125的热阻比K,

[0100] 确认了:将利用 $K = [(TB - T_2)(T_1 - T_3)] / [(TB - T_1)(T_2 - T_4)]$ 的关系预先决定的热阻比K、以及将通过被检体9探测而测定的体温T1、T2、T3及T4,

[0101] 构成为通过 $TB = T_1 + (T_1 - T_2)(T_1 - T_3) / [K(T_2 - T_4) - (T_1 - T_3)]$ 的关系来推定深部体温TB即可。

[0102] 其中,将深部体温设为TB,并将由一对第一区域体温传感器中配置在被检体9侧的传感器21、一对第二区域体温传感器中配置在被检体9侧的传感器22、一对第一区域体温传感器中配置在被检体9相反侧的传感器23以及一对第二区域体温传感器中配置在被检体9相反侧的传感器24所测定出的各体温分别设为T1、T2、T3及T4。

[0103] 另外,非专利文献1的式(2.6)被认为对应于本说明书的式(10),但是,在由发明者们对非专利文献1的式(2.6)进行了检测后,需要补充说明的是,非专利文献1的式(2.6)中有可能含有误记。

[0104] (2) 实验系统的构成

[0105] 图5是示意性地示出用于通过实验求出并确定深部体温测量用探针1热阻比K的“实验系统”的截面图。

[0106] 如图5所示,代替被检体深部9c而使用热容量大的水浴130,将其配置在恒温恒湿槽(未图示)内。使恒温恒湿槽内体温(环境温度)在10°C ~ 30°C间为规定的体温。水温(深部体温TB)设定为大致恒定(约37°C)。另外,符号109表示代用被检体,代用被检体的表面109a由天然橡胶片构成的模仿生物体皮肤的代用皮肤构成。符号109b是相当于代用被检体的中间部的部位,符号109c是相当于代用被检体的深部的部位。符号131a是支撑体温传感器131(热敏电阻等)的支撑杆。

[0107] 在铝桶133上配置深部体温测量用探针1,使该铝桶133漂浮在水浴130中的水中。

[0108] 通过使用这样的实验系统,通过用体温传感器131测量体温,(I)能够得到水浴130内的实际的深部水温(深部体温TBr)。进而,由深部体温测量用探针1的体温传感器21 ~ 24传感检测出的体温由体温测定部200测定并输出到深部体温推定部210,基于所述体温由深部体温推定部210进行运算,从而也能够得到(ii)推定上的深部水温(深部体温TBp)。

[0109] (3) 热阻比K的确定

[0110] 使用式(9),可以如下进行实验(事前实验)来确定热阻比K。

[0111] (A) 进行事前实验,测定实际的深部水温(深部体温TBr),并且用体温传感器21 ~ 24测定体温T1 ~ T4,多次重复将深部体温测量用探针1(在图5所示的实验系统中达到热平衡的状态)的热阻比K适用于式(9)的关系进行计算。

[0112] (B) 求出通过多次进行的实验得到的多次热阻比K的平均值。

[0113] (C) 将水温(深部体温TBr)的测定值与将热阻比K的平均值及体温T1 ~ T4应用于式(10)的关系而计算出的推定上的深部体温TBp(水温)进行比较,检查两者之差(误差)是否变小。在误差较大的情况下,再次重复上述作业(A) ~ (C),确定误差变小的热阻比K。

[0114] (4) 深部体温TB的推定

[0115] 将如上决定的热阻比K的数值存储在存储器212(参照图3)中。使用体温传感器21

~24和体温测定部200来测定体温,利用深部体温推定部210进行式(10)的运算,从而能够计算(推定)深部体温TB。

[0116] (5) 援用在先申请

[0117] 另外,可以将记载有本申请的发明人等发明的内容的在先申请(日本特愿2022-53593)的内容(例如图4、[0038]段落~[0046]段落等)直接引入本说明书,引用作为预先实验性地决定本发明的热阻比K的方法。以下省略关于实验热阻比K的确定的详细说明。

[0118] 4.实施方式1涉及的深部体温计测用探针1及深部体温计500的效果

[0119] (1) 在实施方式1涉及的深部体温测量用探针1的基板上,在第一区域体温传感器21、22的正下方形成有贯通该基板10的表面和背面之间的贯通孔15,一对第一区域体温传感器21、22之间通过该贯通孔15连接。

[0120] 也就是说,在深部体温测量用探针1中,由于一对第一区域体温传感器21、22之间由形成于传感器正下方的贯通孔15连接,因此例如如果作为只有孔的结构而不实施特别的处置,则贯通孔15内仅为空气层30,能够显著增大一对第一区域温度传感器21、22间的热阻值R1。

[0121] 由此,即使构成探针的基板10薄型化而基板10的厚度方向的热阻值整体变小,也容易设置第一热流路115(一对第一区域温度传感器21、22之间)的热阻值R1和第二热流路125(一对第二区域温度传感器23、24之间)的热阻值R2之间的差。

[0122] 因此,即使假设构成探针的基板10薄型化,也能够以高精度计测被检体深部9c的体温(深部体温TB)。

[0123] (2) 空气的热传导率为 $0.0241[W/(mK)]$ (其中为 $0[^\circ C]$ 时),另一方面,构成基板10的部件例如聚酰亚胺(PI)的热传导率为 $0.28 \sim 0.34[W/(mK)]$ 。

[0124] 在实施方式1涉及的深部体温测量用探针1中,在贯通孔15的内部配置有空气层30。因此,从热阻的观点来看深部体温测量用探针1时,空气层30与构成基板10等的部件相比,能够具有相当大的热阻值。因此,由于能够格外增大空气层30构成的第一热流路115的热阻值R1,所以作为用于设置第一热流路115的热阻值R1与第二热流路125的热阻值R2之间的差的机构,能够以非常简单的结构实现这一点。

[0125] (3) 实施方式1涉及的深部体温计500包括:实施方式1涉及的深部体温测量用探针1;以及使用由深部体温测量用探针1的一对第一区域体温传感器21、22及一对第二区域体温传感器23、24测量出的各体温来推定深部体温的深部体温推定部210。

[0126] 深部体温计500由于具备即使在薄型的基板10上也能够以高精度测量被检体深部9c的体温(深部体温TB)的深部体温计测量用探针1,所以是一种小型且高精度的深部体温计。

[0127] (4) 实施方式1涉及的深部体温计500通过将使用用于求出热阻比K的上述式(9)所示的关系预先决定的热阻比K、以及将通过对被检体9进行探测而测定的温度T1、T2、T3以及T4适用于上述式(10)所示的关系,来求出深部温度TB。

[0128] 实际上,考虑到还受到直线热通量以外的扩散模式热通量的影响,因此,基于构成各热流路的材料的已知热传导率从理论上求出的热阻比K有时与实际的正确的热阻比K不同。因此,通过在另外的实验系统中使用上述式(9)表示的关系预先决定热阻比K,能够基于接近现实探针的准确性高的热阻比K来推定深部体温TB。因此,可以进行更高精度的深部体

温测量。

[0129] 【实施方式2】

[0130] 图6是实施方式2涉及的深部体温测量用探针2的截面图。实施方式2涉及的深部体温测量用探针2基本上具有与实施方式1涉及的深部体温测量用探针1相同的结构,但在第一热流路115的结构方式上与实施方式1涉及的深部体温测量用探针1不同。

[0131] 如图6所示,在实施方式2涉及的深部体温测量用探针2中,在贯通孔15的内部还配置有隔热纸31。

[0132] 隔热纸31是具有与空气的热传导率大致相同程度的热传导率的纸。例如,可以举出揉入了由含有发泡空气的硅胶构成的多孔粒子(所谓的硅胶)的片材等。当将绝热纸31放入设置在通孔15中的空气层30中时,通孔15的内部空间的总热阻值R1几乎与空气的热阻值相同。也可以将绝热纸31交替折叠成波状,折叠成山谷的重复状,随机地卷曲等,适当地立体地形成绝热纸31并填充在贯通孔15的内部空间中。

[0133] 通过在构成第一热流路115的贯通孔15的内部配置隔热纸31,隔热纸31能够妨碍贯通孔15内部的空气的移动,能够抑制贯通孔15内部的对流。由此,抑制了第一热流路115内的“对流”引起的热的传递,主要进行经由空气层30和隔热纸31的“传导”引起的直接的热传递。因此,在热回路上也成为更加理想的状态,能够以更高的精度测量深部体温。

[0134] 实施方式2涉及的深部体温测量用探针2在第一热流路115的结构方法以外的结构方面,具有与实施方式1涉及的深部体温测量用探针1基本相同的结构。因此,深部体温测量用探针2同样具有深部体温测量用探针1所具有效果中的相应效果。

[0135] 【实施方式3】

[0136] 图7是实施方式3涉及的深部体温测量用探针3的截面图。实施方式3涉及的深部体温测量用探针3具有基本上与实施方式1涉及的深部体温测量用探针1相同的结构,但在基板10的结构及第一热流路115的结构方法上与实施方式1涉及的深部体温测量用探针1不同。

[0137] 如图7所示,在实施方式3涉及的深部体温测量用探针3中,基板10由玻璃基板构成,贯通孔15的内部构成为真空或接近真空的状态32。

[0138] 通过使构成第一热流路115的贯通孔15的内部成为真空或接近真空的状态32,与空气层30的情况相比能够进一步降低热传导率,即,能够进一步增大一对第一区域体温传感器21、22之间的热阻值R1。

[0139] 实施方式3涉及的深部体温测量用探针3在基板10的结构及第一热流路115的结构方法以外的结构上,具有与实施方式1涉及的深部体温测量用探针1基本相同的结构。因此,深部体温测量用探针2同样具有深部体温测量用探针1所具有效果中的相应效果。

[0140] 【实施方式4】

[0141] 图8是用于说明实施方式4涉及的深部体温测量用探针4而示出的图。图8(a)是示出图8(b)中D-D截面的深部体温测量用探针4的截面图。图8(b)是沿着图8(a)的箭头C观察深部体温测量用探针4时的平面图。

[0142] 实施方式4涉及的深部体温测量用探针4具有与实施方式1、2、3的深部体温测量用探针1、2、3基本相同的结构,但在抑制第一热流路115和第二热流路125间的热干扰这一点上与实施方式1、2、3的深部体温测量用探针1、2、3不同。

[0143] 如图8所示,在实施方式4涉及的深部体温测量用探针4中,在基板10中,在第一区域11和第二区域12之间配置有空气层40。如图8所示,空气层40例如可以由形成贯通基板10的表面10a和背面10b之间的贯通孔并配置在贯通孔中的空气构成。如图8所示,贯通孔也可以构成为贯通体温传感器的横向区域的大部分的长孔。

[0144] 由于实施方式4涉及的深部体温测量用探针4为这样的结构,因此也称为隔热体的空气层40能够阻挡配置有第一热流路115的第一区域11和配置有第二热流路125的第二区域12之间的热传导。由此,能够减小第一热流路115和第二热流路125之间的热干涉,提高双方的热流路的独立性,因此能够进行更高精度的深部体温的测量。

[0145] 实施方式4涉及的深部体温测量用探针4除了构成为抑制第一热流路115和第二热流路125之间的热干扰这一点以外的结构具有与实施方式1、2、3的深部体温测量用探针1、2、3基本相同的结构。因此,深部体温测量用探针4同样具有深部体温测量用探针1、2、3所具有效果中的相应效果。

[0146] 以上,基于上述实施方式说明了本发明,但本发明并不限于上述实施方式。在不脱离构思的范围内能够以多种方式实施,例如还能够进行以下变形。

[0147] (1) 在各个实施方式中,第二热流路125通过利用基板10自身而构成。然而,本发明不限于此。例如,如图9所示,在基板10上,在第二区域体温传感器23、24正下方形成贯通该基板10的表面10a和背面10b间的另外一贯通孔17,且可以在该其他贯通孔17中埋入金属37,并且一对第二区域温度传感器23、24间经由该金属37连接(变形例1)。

[0148] 另外,图9是展示变形例1涉及的深部体温测量用探针5的截面图。

[0149] 例如,可以采用铜作为金属37。铜的热传导率为 $403[\text{W}/(\text{mK})]$ (但是为 $0[^\circ\text{C}]$ 时),与构成基板10等的部件相比相差悬殊。从热阻的观点来看,金属37与构成基板10等的部件相比,可以具有相差很小的热阻值。因此,能够显着减小金属37构成的第二热流路125的热阻值 R_2 ,能够容易地确保与第一热流路115的热阻值 R_1 的差。

[0150] (2) 在各实施方式中,示出了体温传感器23、24的热焊盘29与布线图案13的焊盘13b之间通过焊锡51连接的例子进行了说明。然而,本发明不限于此。例如,也可以采用不在热焊盘29和布线图案13的焊盘13b之间插入“焊锡51”而仅作为间隙(空气层)不进行电连接的结构(省略图示)。即使是这种结构,也能够进行一对第二区域体温传感器23、24之间的热耦合。

[0151] (3) 在各实施方式中,作为体温传感器21~24,以利用SON封装的IC实现的例子进行了说明。然而,本发明不限于此。例如,如图10(a)所示,也能够由WL-CSP(wafer level chip size package)的IC构成体温传感器21~24(变形例2)。另外,如图10(b)所示,也可以以将裸芯片直接安装在基板10上的形式构成体温传感器21~24(变形例3)。另外,虽然未图示,但体温传感器也可以由热电偶等IC以外的体温传感器构成。

[0152] (4) 在实施方式4涉及的深部体温测量用探针4中,由于使第一区域11和第二区域12之间热分离,以形成贯通基板10的表面10a和背面10b之间的“长孔状(俯视)”的贯通孔的例子(参照图8)进行了说明。然而,本发明不限于此。例如,如图11(a)和图11(b)所示,也可以采用不是以“长孔”而是以“正圆状(俯视)”使贯通基板10的多个点状的贯通孔并列的结构(变形例4)。

[0153] 另外,例如如图11(c)和图11(d)所示,也可以通过在基板10的厚度方向上在内部

形成空洞并将空气配置在这样的空洞中来构成空气层40(变形例5)。

[0154] 另外,如图11所示,也可以在构成第一区域11和第二区域12的区域和体温传感器25之间配置空气层41。空气层41也可以由如图所示贯通体温传感器25的横向区域的大部分长孔构成。

[0155] 从第二区域12来看,在附图俯视图中,左侧配置有空气层40,右侧配置有空气层41,上侧及下侧配置有大气8(空气层)。类似地,当从第一区域11看时,在平面图中,空气层40布置在右侧,大气8(空气层)布置在左侧、上侧和下侧。即,空气层布置在第一区域11和/或第二区域12周围。

[0156] 如果采用上述结构,则配置在基板10的表背的一对体温传感器之间的热通量被热传导率低的空气层覆盖/包围,因此热流在平面上无法朝向横向,而仅成为理想的纵向热通量,能够测量的深部体温的精度进一步提高。并且,如果尽可能地覆盖/无缝地包围体温传感器周围的区域(如果可能的话,在四个边)形成长孔,则成为更理想的仅纵向的热通量,能够测量的深部体温的精度进一步提高。此外,也可以在各个空气层40、41上配置热传导率与空气大致相等的隔热纸31。

[0157] 另外,图10是示出变形例2及变形例3深部体温测量用探针6、7的主要部分剖视图。图11为用于说明变形例4、5深部体温测量用探针4'、4''的图。图11(a)是深部体温测量用探针4'的俯视图,图11(b)是表示图11(a)的E-E截面的深部体温测量用探针4'的截面图。图11(c)是深部体温测量用探针4''的俯视图,图11(d)是表示图11(c)的F-F截面的深部体温测量用探针4''的截面图。

[0158] 符号说明

[0159] 1、2、3、4、4'、4''、5、6、7…深部体温测量用探针;8…大气;9…被检体;9a…被检体表面;9b…被检体中间部;9c…被检体深部;10…基板;10a…(基板的)表面;10b…(基板的)背面;11…第一区域;12…第二区域;13…(广义的)布线图案;13a…(狭义的)布线图案;13b…焊盘;13c…端子;15…贯通孔;17…另一贯通孔;21、22…第一区域体温传感器;23、24…第二区域体温传感器;25…体温传感器;28…外部连接端子;29…热焊盘;30…空气层;31…隔热纸;32…真空或接近真空的状态;37…金属;40、41…空气层;51…焊料;109a…代用被检体的表面;110…第一热流测定系统;110a…第一热流;115…第一热流路;120…第二热流测定系统;120a…第二热流;125…第二热流路;130…水浴;131…温度传感器;133…铝桶;200…温度测量部;210…深部温度推定部;211…处理器;212…存储器;214…输入/输出接口;215…通信接口;500…深部体温计。

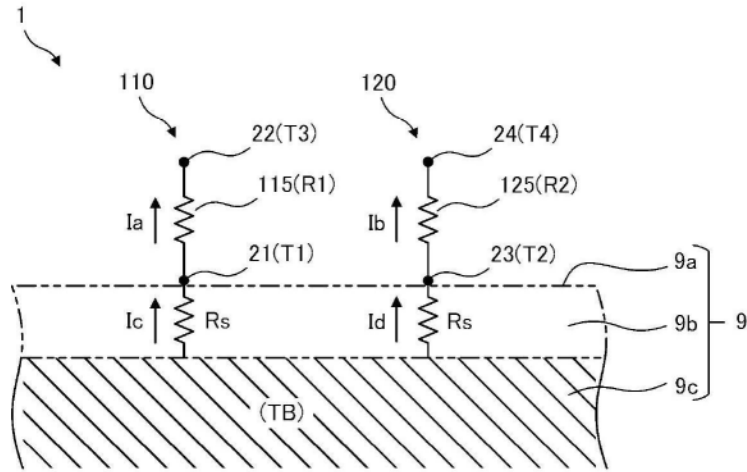


图4

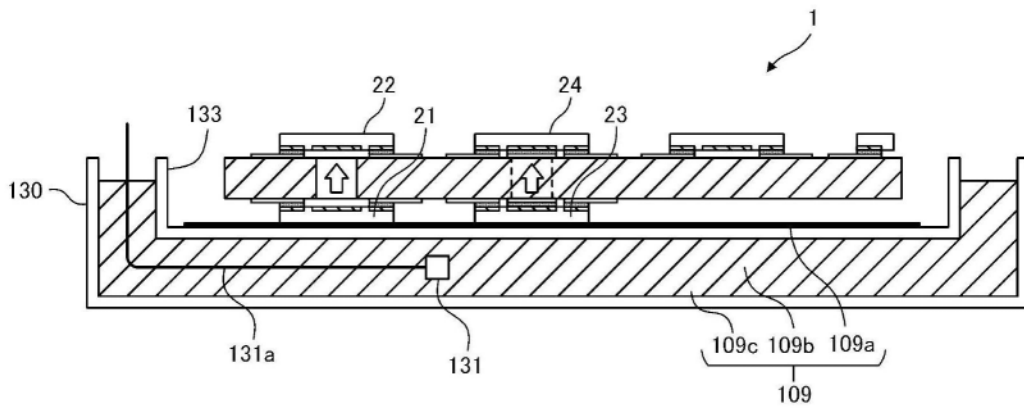


图5

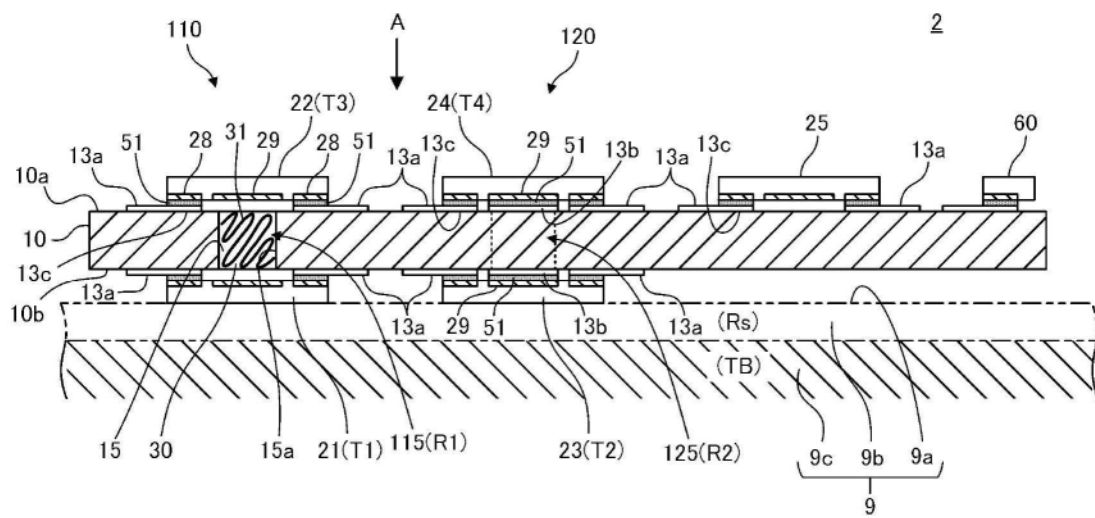
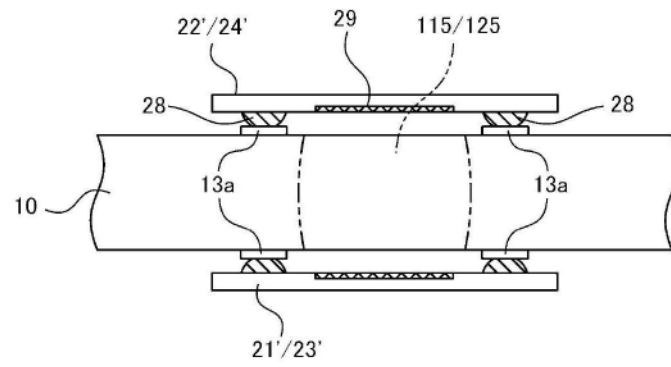


图6

(a)

6



(b)

7

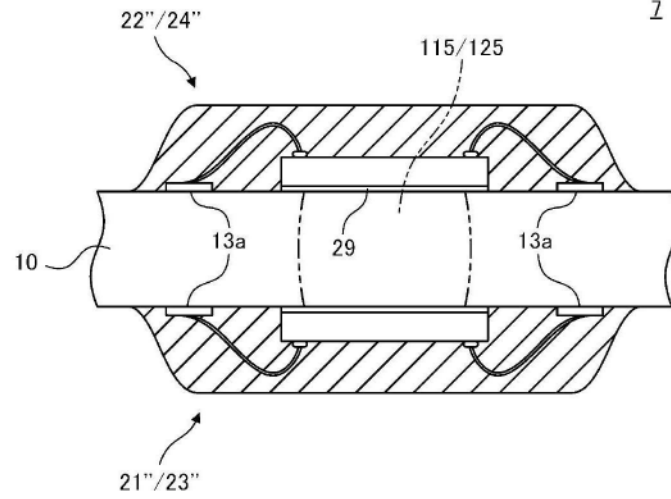


图10

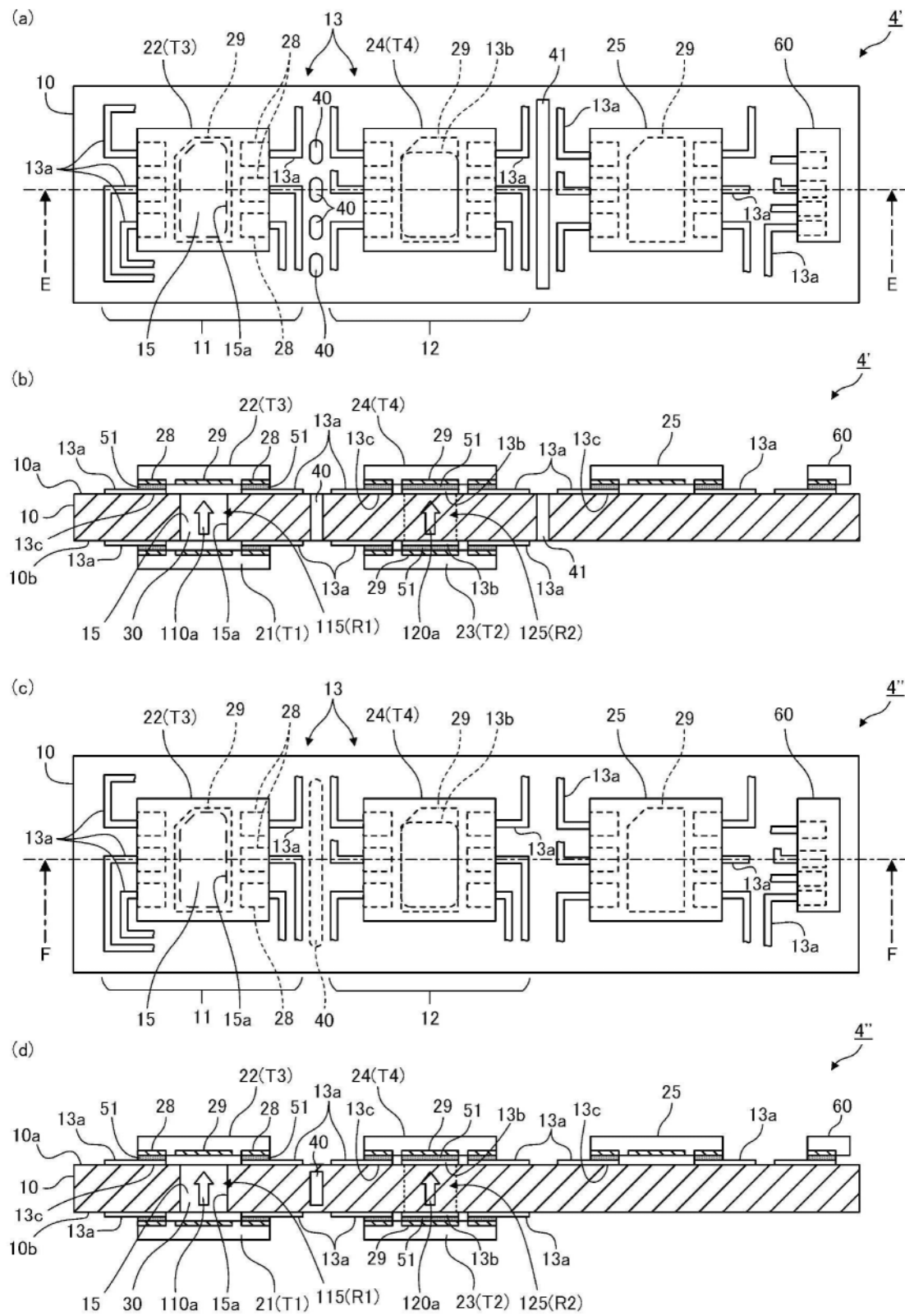


图11