

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01K 15/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710136292.1

[43] 公开日 2007年11月28日

[11] 公开号 CN 101078655A

[22] 申请日 2007.5.18

[21] 申请号 200710136292.1

[30] 优先权

[32] 2006.5.19 [33] US [31] 11/419,336

[71] 申请人 科维迪恩股份公司

地址 瑞士诺伊豪森莱茵

[72] 发明人 L·H·斯科特

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
代理人 杨晓光 李 峥

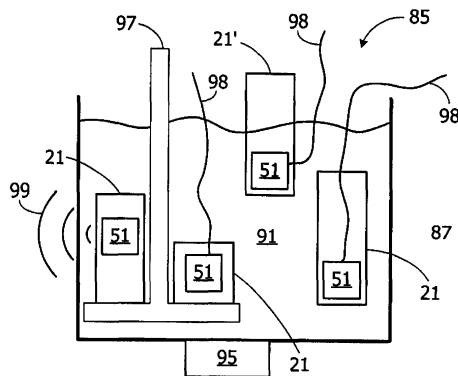
权利要求书2页 说明书14页 附图4页

[54] 发明名称

通过浸入非导电液体中的温度计校准

[57] 摘要

本发明公开一种校准温度计的方法。该温度计包括用于确定目标温度的主温度传感器。该温度计还包括靠近主温度传感器定位并响应于影响主温度传感器的外部温度的参考温度传感器。一种校准方法校准该参考温度传感器。该校准可以使用用于温度控制的非导电液体槽。另一种校准方法校准参考温度传感器和主温度传感器。



1. 一种校准电子温度装置的电子温度传感器的方法，包括：
形成非导电液体的槽；
将所述槽保持在预定温度；
将所述电子温度传感器放置为与所述槽接触；
读取所述槽中的所述温度传感器的输出特性；以及
使用所述输出特性来校准所述温度传感器。
2. 根据权利要求1所述的方法，其中放置温度传感器包括，将所述温度传感器定位在非导电液体中，而不用在所述温度传感器和非导电液体之间的液体屏障。
3. 根据权利要求2所述的方法，其中在将所述温度传感器定位在非导电液体中的步骤中，所述非导电液体接触所述温度传感器的导电构件。
4. 根据权利要求1所述的方法，还包括对于不同于所述预定温度的第二预定温度，重复所述形成、保持和放置步骤；
读取在保持为第二预定温度的槽中的所述温度传感器的第二输出特性；以及
使用所述输出特性来校准所述温度传感器。
5. 根据权利要求1所述的方法，其中所述形成非导电液体的槽包括形成低分子量全氟聚醚（PFPE）液体的槽。
6. 根据权利要求1所述的方法，其中所述将槽保持在预定温度包括，将槽的预定温度保持在从大约 $\pm 0.005^{\circ}\text{C}$ （ ± 0.009 华氏度）到大约 $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ （ ± 0.018 华氏度）的范围内。
7. 根据权利要求1所述的方法，其中所述将电子温度传感器放置为与槽接触包括，在读取所述输出特性之前，将所述电子温度传感器放置为与槽接触大约15分钟到大约30分钟的时间。
8. 根据权利要求1所述的方法，其中所述读取电子输出特性包括，监控所述输出特性直到它的变化在至少大约一分钟内小于大约0.1%，然后执

行所述读取操作。

9. 一种用于校准电子装置的校准装置，所述校准装置包括；
容器，其适合容纳电子装置的至少部分；

在所述容器中容纳的非导电液体，从而所述容器和所述非导电液体共同形成非导电槽，所述非导电槽适于将电子装置浸入在非导电液体中，以便将所述电子装置保持为与所述非导电液体相同的温度；以及

通信链路，适于当所述电子装置被浸入在非导电液体中时建立与所述电子装置的通信。

10. 根据权利要求 9 所述的校准装置，其中所述非导电液体是低分子量全氟聚醚（PFPE）液体。

11. 根据权利要求 10 所述的校准装置，其中所述非导电液体是氧化聚合 1,1,2,3,3,3 - 六氟丙烯。

12. 根据权利要求 9 所述的校准装置，其中所述容器适于容纳两个或更多电子装置。

13. 根据权利要求 9 所述的校准装置，还包括固定装置，所述固定装置适于向非导电液体中装载和从非导电液体中卸载所述电子装置。

14. 根据权利要求 9 所述的校准装置，其中所述通信链路包括引线和无线通信链路中的至少一种。

通过浸入非导电液体中的温度计校准

技术领域

本发明通常涉及一种用于校准电子温度计的校准系统。更加特别地，本发明涉及校准耳温度计中的参考温度传感器（例如，随温度变化的电阻器）和主温度传感器（即，热电元件）。

背景技术

许多人体疾病的诊断和治疗依赖于病人体温读数的内部温度或中心温度的准确读取，并且在一些情况下，依赖于与先前体温的比较。许多年来，采集病人温度的最普通方式涉及到水银温度计的使用。但是，这种温度计容易打碎，并且必须插入和保持在直肠或口中几分钟，经常引起病人的不舒服。

因为常规水银温度计的缺陷，研究了电子温度计，并且现在广泛使用。尽管电子温度计提供了比水银温度计相对更加准确的温度读数，但它们仍然共有许多相同的缺陷。例如，即使电子温度计提供更快的读取，但在可以采集到准确的读数之前仍然要经过一段时间。而且，电子温度计仍然必须插入病人的口、直肠或腋窝中。

耳温度计，一种感应来自鼓膜的红外发射的温度计，几乎提供中心温度的瞬间读数，没有其它温度计不应有的延误。耳温度计通常被医疗团体认为胜过口位、直肠位或腋窝位采集病人体温。这是因为耳温度计更加代表人体内部或中心温度，对中心温度中的变化更加敏感。

常规的耳温度计典型地包括两个传感器。一个传感器是主温度传感器，用于测量鼓膜温度。在一个常规的耳温度计中，主温度传感器是红外传感器，诸如热电元件。该热电元件适于在不接触鼓膜的情况下，测量鼓膜的

发射辐射，从而确定鼓膜的温度。另一个传感器是参考温度传感器，用于测量主温度传感器或热电元件的温度。在一个常规耳温度计中，参考温度传感器是安装到热电元件冷接点上的随温度变化的电阻器，诸如热敏电阻器或多晶硅电阻器。因为热电元件的响应依赖于热电元件本身的温度，所以电阻器的周围温度可以被用来估计热电元件的温度，从而补偿热电元件的温度依赖性。

通常，为了获得上面指出的快速准确的温度读取能力，耳温度计需要在加工期间在工厂校准。耳温度计在工厂的校准需要每个温度计单元的各个校准，从而使每个单个温度计的正确校准参数可以被写入每个温度计微处理器的存储器（例如，EEPROM）。这些校准参数包括确定代表每个温度计内部传感器的变量的特征值，和与光学系统相关的任何参数，诸如与耳道和装置外壳有关的主温度传感器的几何形状。一旦这些校准参数被确定并被写入每个温度计的存储器，那么校准完成，并且该单元被运输用于销售。然而，用于校准耳温度计的已知技术没有考虑参考温度传感器的差异（例如，加工差异），并且假定每个参考温度传感器以相同的方式对给定输入作出响应。其它已知技术也可以依靠主温度传感器的校准提供足够精确的数据，来提取参考温度传感器的参数。本发明的各方面涉及一种校准过程，从而参考温度传感器和主温度传感器都被校准。

而且，常规的校准方法经常在校准期间使用温控水槽来控制温度计或它的构件的温度。因为水是电导体，所以在浸入水槽之前温度计或它的构件通常被放在包里。当被浸入水槽时，该包作为屏障阻止水接触温度计或温度计构件。使用这种包产生了各种问题，包括另外的包装载和包卸载步骤、潜在的包泄漏、包内的冷凝、包和温度计或温度计构件之间的空气间隙、和由于该包和空气间隙的温度控制引起的增加的校准时间。本发明实施例的各方面借助一个过程，从而避免使用这种包。

发明内容

下面简化的概要提供了本技术一些方面的基本评述。该简介不是广泛

的评述。它不旨在鉴别关键或临界元件或描述本技术的范围。本简介不旨在用作为对确定所要求保护主题范围的帮助。它的目的是在下面提供更加详细的描述之前提供一些与该技术有关的简化方面。

因此，公开了一种用于校准温度计的参考温度传感器的方法。还公开了一种用于校准温度计的参考温度传感器和基于该参考温度传感器校准的主温度传感器的方法。通过提供非导电液体用于校准，本发明实施例的各方面可以简化该校准过程。

附图说明

图 1 是本发明温度计构件的简化框图；

图 2 是本发明一个实施例的方法流程图；

图 3 是本发明另一个实施例的方法流程图；

图 4 是本发明校准装置图。

在整个附图中，对应的参考符号指示对应的部件。

具体实施方式

图 1 示出诸如耳温度计或通常的电子温度设备的典型辐射温度计的构件。该温度计，总体表示为 21，包括可以用于确定目标温度的传感器单元 25 或传感器。在所示的实施例中，传感器单元 25 经由软电缆 35 与中央处理单元 31 (CPU) 通信。利用各种信号格式，诸如模拟的或数字的，CPU 31 和传感器单元 25 可以可选地经由其它通信链路通信，诸如通过无线通信链路。

传感器单元 25 包括用于测量目标的温度 (即目标温度) 的主温度传感器 41。在一个实例中，主温度传感器 41 包括热电元件 45。该热电元件可以用来确定目标鼓膜 (即，耳鼓) 的温度，例如，来确定动物诸如人的体温。例如，参见 2003 年 12 月 10 日申请的、标题为“THERMAL TYMPANIC THERMOMETER TIP”、并在 2004 年 12 月 2 日作为 US 2004-0240516 A1 公开的共同拥有、同样待审的美国专利申请 No. 10 / 480,428，其在此被整

体引入以作为参考。除了鼓膜之外的目标也可以考虑为在所要求保护发明的范围内。除了热电元件 45 之外的温度感应设备也可以考虑为在本发明的范围内。例如，主温度传感器 41 可以是将辐射能转换为一些其它可测量形式的设备。这可以是电流或一些检测器物理属性中的变化。例如，其中，辐射热测量计、热电传感器（PIR）和光电倍增管（PMT）考虑为在本发明的范围内。

温度计 21 还包括参考温度传感器 51。在一个实例中，参考温度传感器 51 靠近主温度传感器 41 定位，并响应于影响主温度传感器的外部温度。许多类型的温度传感器考虑为在本发明的范围内。例如，参考温度传感器 51 可以是随温度变化的电阻器，诸如多晶硅电阻器、负温度系数（NTC）电阻器、或正温度系数（PTC）电阻器。在一个实例中，随温度变化的电阻器 51 是多晶硅电阻器，诸如 Dexter ST60 多晶硅电阻器，可从 Dexter, Michigan 的 Dexter 研究中心公司获得。随温度变化的电阻器 51 可以嵌入在主温度传感器 41 或热电元件（诸如在热电元件的传感器外壳 25 的内侧或外侧）上，因此随温度变化的电阻器的温度紧紧跟随着热电元件冷接点的温度。

在图 1 所示的实施例中，热电元件 41 和随温度变化的电阻器 51 经由各自的引线 55 与 CPU 31 通信。热电元件 41 经由一个通道与模/数转换器 59A 通信，用于测量热电元件的不同输出电压。随温度变化的电阻器 51 经由单个通道与单个模/数转换器 59B 通信，用于测量或读取随温度变化的电阻器的输出电阻。本领域技术人员容易理解，并且在此不作详细描述，模/数转换器 59 将各个热电元件 41 和电阻器 51 的信号转换成数字形式，以便由 CPU 31 进一步处理。其中，其它的信号调节设备和/或软件也可以被包括在温度计 21 中，诸如增益调节、带通滤波、和缓冲，如本领域技术人员所能理解的。

CPU 31 还包括存储器构件，总体表示为 63，用于存储数据，所述数据诸如为在下面详细讨论的校准系数。在所示的实例中，存储器构件分成三部分：用于存储代码的快擦写只读存储器（ROM）构件 67、用于存

储系数的快擦写保留系数构件 71、和用作工作存储器的随机存取存储器 (RAM) 系数构件 75。在不脱离本发明范围的情况下, 可以增加其它存储器构件。CPU 31 还包括用于存储 CPU 31 操作温度计 21 的指令的软件构件 81。在一个实例中, 这个软件构件 81 存储在 ROM 构件 67 中。

方法

现在参见图 2, 用于校准温度计 21 的方法总体由 101 表示。这种温度计 21 的校准对于确保精确的温度读数是重要的。这种校准可以发生在温度计 21 的最初加工期间, 或作为再校准过程的一部分, 诸如在温度计的一些使用之后。在一个实例中, 所需要的温度计 21 的精度是 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ (± 0.2 华氏度), 从而校准过程的精度可以被提高到更加精密的公差 (例如, $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ (± 0.02 华氏度)), 因为其它测量和过程不确定性将添加到这个误差。通过将温度计 21 校准到更精密的公差, 这种测量和过程不确定性不会导致温度计在超出它所希望的精度下操作, 由此提高温度计的精度。在不脱离本发明实施例范围的情况下, 可以使用其它的公差。

用于校准参考温度传感器 51 的方法 101 包括多个操作。特别是, 方法 101 包括在 105 将参考温度传感器 51 (例如, 随温度变化的电阻器) 的温度控制到第一温度值。在一个实例中, 控制温度 105 包括将参考温度传感器 51 浸入或放入温控液体槽。在另一个实例中, 其是下面讨论的主题, 控制温度 105 包括将温度计 21 或至少它的一部分浸入到温控液体槽中。通过在将参考温度传感器放入槽中之前将参考温度传感器放入防水包中, 温度计 21 和因此参考温度传感器 51 可以受到保护, 免于暴露到槽中液体中。其它用于保护温度计 21、参考温度传感器 51 或其它温度计构件免于暴露到槽中液体中的装置也被考虑为在本发明的范围内。

可选地, 在槽中使用的液体可以是非导电液体, 因此不再需要形成液体屏障的保护包。在此所使用的术语“非导电”意味着对导电有高抵抗。不需要完全没有任何可测量的电导率。而是, 非导电液体是一种具有对电导率的足够阻抗从而当电子构件浸入该液体时没有不利影响的液体。因此, 使用非导电液体, 温度计 21、参考温度传感器 51 或其它温度计构件可以

直接放置在该液体中，不需要温度传感器和非导电液体之间的液体屏障。允许非导电液体接触温度传感器的导电构件，如印刷电路板（PCB），不用担心液体导电性影响 PCB，参考温度传感器连接到该 PCB。

简要地参见图 4，根据所示的本方法，校准装置，通常指示为 85，适于使用非导电液体用于校准。校准装置 85 包括适于容纳温度计 21 的容器 87。本领域技术人员容易理解，校准装置 85 的容器 87 可以适于容纳其它项目，诸如单独地容纳参考温度传感器 51 或其它电子装置。容器 87 容纳非导电液体 91，该液体可以通过与校准装置 85 相关联的温度调节器 95 容易地保持在设定温度。如在图 4 中所示，容器 87 和非导电液体 91 一起形成适于在非导电液体中容纳温度计 21 的非导电槽，用于将温度计保持在与非导电液体相同的温度。本领域技术人员容易理解，每个温度计 21 的全部或部分可以浸入非导电液体 91 中。在图 4 的实例中，温度计 21 只是部分地浸入非导电液体 91 中，而温度计 21 是全部地浸入非导电液体中。而且，容器 87 可以适于容纳两个或多个温度计 21，诸如在图 4 中所示的四个温度计。而且，不同的温度计 21（例如，不同的尺寸、不同的样式、不同的结构等）可以使用相同的校准装置 85。该装置 85 还包括固定装置 97，该固定装置 97 适于向非导电液体 91 中装载和从非导电液体 91 中卸载两个温度计 21。在不脱离本发明实施例范围的情况下，该装置 85 可以包括任何数量和类型的这种用于装载和卸载的固定装置。

与使用用于保护温度计 21 免于接触导电液体诸如水的包相比，在校准装置 85 中使用非导电液体 91 提供了校准方法 101 的几种变化。对于导电液体，温度计 21 必须在浸入槽中之前放入包中，并且在浸入槽中之后从包中移出。这些放入和移出步骤费时，但对于非导电液体是不需要的，因为非导电液体可以直接接触温度计 21 或其它电子装置，而没有不利影响。因此，使用固定装置 97 可以直接把温度计 21 装载入非导电液体 91 中，和直接从非导电液体 91 中卸载。而且，这种包可能泄漏，从而使得温度计 21 接触导电水。而且，在潮湿的环境中水冷凝可能在靠近温度计 21 的包内侧上形成水冷凝，由此使得温度计接触导电水。而且，在这种包中的浸入期

间，空气间隙将保持在包和温度计 21 之间，该空气间隙可能不利地影响记录的温度，并增加需要来获得温度计稳定温度的时间。而且，使用包会延长校准时间，因为除了温度计 21 之外，包和空气间隙也必须达到适当的温度。与之相比，使用非导电液体 91，只有温度计 21 本身的温度必须通过槽来控制。

本领域技术人员容易理解，在不脱离本发明实施例范围的情况下，可以使用任何类型的非导电液体 91。例如，低分子量全氟聚醚 (PFPE) 液体可以用作为非导电液体 91。更加特别地，氧化聚合 1,1,2,3,3,3-六氟丙烯也可以用作为非导电液体 91。当选择适合的非导电液体时，非导电液体 91 的其它特性 (例如，其中，液体洁净度、不透明度、半透明度、腐蚀性、毒性和粘性) 也可以被考虑。

回到方法 101，例如，控制 105 可以实质上控制到任何温度，诸如 10 °C (50 华氏度)。在这个实例中，温度计 21 的参考温度传感器 51 与用户或校准参考温度传感器的装置通过诸如连接到参考温度传感器上的引线 98 的通信链路进行通信。其它类型的通信链路，诸如无线通信链路 99 也被考虑为在本发明的范围内。而且，温度计 21 在槽中时不需要通信，但可以存储在槽中获得的用于校准该温度计的实验值。

在另一个适用于导电液体和不导电液体的实施例的实例中，控制操作 105 可以包括把槽的温度控制在从所希望槽温度的大约 $\pm 0.005^{\circ}\text{C}$ (± 0.009 华氏度) 到大约 $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ (± 0.018 华氏度) 的范围内。这种控制水平确保槽和温度计 21 都保持在适合校准的精确温度上。在另一个实例中，在测量特性之前，通过在步骤 109 将温度计 21 在温控槽中保持大约 15 分钟到大约 30 分钟的时间，该温度可以得到进一步控制。在槽中延长的时间周期有助于确保温度计 21 的温度具有足够时间来保持与槽温度平衡。

在另一个适用于导电液体和不导电液体的实施例的实例中，该方法可以还包括将温度计 21 保持在温控槽中，直到参考温度传感器 51 的测量特性在至少大约一分钟内变化小于大约 0.1%。通过在时间上监控测量特性的变化，可以确定参考温度传感器 51 与槽平衡所在的精确点。这样，在该方

法中在该点开始的任何操作可以被立即执行，不存在在槽中的超过平衡点的非必要附加时间。本领域技术人员容易理解，在不脱离所要求保护的发明范围的情况下，可以结合使用一个或多个这些用于确定参考温度传感器 51 何时处于适当温度的典型方法。

该方法还包括，在 115，测量和读取参考温度传感器 51 在第一温度值的特性。在其中参考温度传感器 51 为随温度变化的电阻器的实例中，该测量包括测量随温度变化的电阻器的电阻。这些测量特性（例如，电阻）可以存储在存储器（例如，非易失性存储器，诸如那些上面所讨论的），用于后面在校准过程中的使用。在一个实例中，该存储数据随后可以从存储器中下载到计算机中，以求解校准方程求出校准系数。

在控制操作 105 和测量操作 115 之后，该方法可以还包括，在 121，针对于至少一个不同于第一温度值的其它温度值，重复控制操作和测量操作。在一个实例中，重复操作 121 包括将参考温度传感器 51 的温度控制到第二温度值 105，和在该第二温度值处测量参考温度传感器的特性 115。在又一个实例中，重复操作 121 可以还包括将参考温度传感器 51 的温度控制到第三温度值 105，和在该第三温度值处测量参考温度传感器的特性 115。例如，参考温度传感器 51 的温度可以被控制到第一温度值 10℃（50 华氏度）、第二温度值 25℃（77 华氏度）和第三温度值 40℃（104 华氏度），以跨过温度计 21 的操作范围。

以现有的温度值和测量特性，该方法在 125 使用或采用该温度值和测量特性来求解校准方程。该校准方程将温度和在校准参考温度传感器中使用的参考温度传感器 51 的测量特性相关联。在一个实例中，该使用操作 125 包括使用第一、第二和第三温度值和相应的测量特性来求解下面的校准方程以求出 a，b 和 c：

$$T_s = a + \frac{b}{R} + \frac{c}{R^2}$$

其中， T_s 是参考温度传感器 51 的绝对温度，R 是以欧姆为单位的参考温度传感器的测量特性，a，b 和 c 是根据这三个温度值和这三个相应的测量特性计算出的参考温度传感器的校准系数。以用于三个方程和三个未知

数 (a, b 和 c) 的温度和测量特性, 该方法可以容易地计算出未知数的精确解。因此, 该方程限定了参考温度传感器 51 温度和它的测量特性 (例如, 电阻) 之间的关系。校准系数可以随后被上载到温度计的非易失性存储器 71, 以便应用到温度计校准方程, 从而改善用该校准方程根据参考温度传感器 51 的输出计算出的温度的精确性。在另一个实例中, 该方法可以还包括将参考温度传感器 51 的温度控制到另外的温度值 (第四、第五、第六等) 105, 和在该另外的温度值处测量参考温度传感器的特性 115, 以进一步提高校准的精确性。

通过分析多个参考温度传感器 51, 确定上述方程大部分精确地描述了具有特定温度计 21 几何结构的参考温度传感器的性能。根据其它的参考温度传感器、其它的温度计配置和几何结构、或不同执行地类似参考温度传感器和类似温度计产生的其它方程也被考虑为在本发明的范围内。

在该校准过程之后, 在 131, 该校准过的参考温度传感器可以用于校准主温度传感器, 如下面所详细讨论的。

校准温度计的方法

现在参见图 3, 用于校准温度计的方法总体由 201 示出。校准的温度计 21 类似于上面所描述的温度计, 包括用于确定温度的主温度传感器 41。该方法包括, 基本如上面所述, 在 205, 将参考温度传感器 51 (例如, 随温度变化的电阻器) 定位在靠近主温度传感器 41 (例如, 热电元件) 处。参考温度传感器 51 适合检测影响主温度传感器 41 的外部温度。在一个实例中, 定位操作 205 包括将参考温度传感器 51 嵌入在主温度传感器 41 上。

一旦定位好参考温度传感器 51, 该方法还包括在 209 校准参考温度传感器。参考温度传感器 51 的校准操作 209 包括基本如上面所提出的控制步骤 105、测量步骤 115、重复步骤 121 和使用步骤 125。

该方法还包括在 215, 根据参考温度传感器的校准 209 校准主温度传感器 41。校准 215 主温度传感器 41 包括几个操作。在一个实例中, 校准 215 主温度传感器 41 包括在 221 将主温度传感器 41 暴露到处于预定第一源温度值的第一辐射源中。在此应当注意到, 在校准 215 中使用的主温度

传感器 41 的测量基于动态提取算法（例如，峰值检测算法），该算法通常由温度计 21 使用来确定温度。

校准操作 215 还包括，在主温度传感器暴露到第一辐射源期间，在 225 测量主温度传感器 41 的输出电压。校准操作 215 还包括，在主温度传感器 41 暴露到第一辐射源期间，在 231，测量参考温度传感器 51 的特性。

对于至少一个不同于第一辐射源的在预定温度值处放射不同量辐射的其它辐射源，可以随后在 235 重复暴露操作 221 和两个测量操作 225、231。在一个实例中，重复操作 235 包括将主温度传感器 41 暴露 221 到处于预定第二源温度值的第二辐射源中。该方法 201 可以还包括在主温度传感器暴露 221 到第二辐射源期间测量 225 主温度传感器 41 的输出电压，和在主温度传感器暴露到第二辐射源期间测量 231 参考温度传感器 51 的特性。在又一个实例中，该方法可以另外包括将主温度传感器 41 暴露 221 到处于预定第三源温度值的第三辐射源中。该方法随后可以还包括在将主温度传感器 41 暴露 221 到第三辐射源期间测量 225 主温度传感器 41 的输出电压，和在主温度传感器暴露到第三辐射源期间测量 231 参考温度传感器 51 的特性。应当理解，第一、第二和第三辐射源可以是显示不同辐射级的不同辐射源。可选地，单个辐射源可以被调整为在不同时间辐射不同辐射级，因此单个辐射源可以模拟多于一个的辐射源。

在不脱离所要求保护范围的情况下，可以使用任何数量的不同测量条件。在一个实例中，使用五个测量条件，其中辐射源温度和周围温度计温度如下给出：

辐射源温度	温度计的周围温度 (从测量特性计算出)
33°C (91 华氏度)	22°C (72 华氏度)
37°C (99 华氏度)	22°C (72 华氏度)
41°C (106 华氏度)	22°C (72 华氏度)
37°C (99 华氏度)	16°C (61 华氏度)
37°C (99 华氏度)	13°C (55 华氏度)

以现有的测量和温度值，该方法在 241 使用测量输出电压、参考温度传感器 51 的测量特性和辐射源的预定温度值来求解第二校准方程。第二校准方程将主温度传感器 41 的测量输出电压、参考温度传感器 51 的测量特性和辐射源的预定温度值相关联，以便用于校准主温度传感器。在一个实例中，使用步骤 241 包括使用第一、第二和第三预定辐射源温度值、三个相应的测量输出电压、和三个相应的测量特性来求解下面的第二校准方程以求出 d 、 e 和 f ：

$$V_p = d + (e + fT_s)(T_s^4 - T_r^4)$$

在该方程中， V_p 是主温度传感器 41 的测量输出电压。 T_s 是基于参考温度传感器 41 测量特性的参考温度传感器 51 的校准温度值。 T_r 是辐射源温度值。计算出的常数 d 、 e 和 f 是根据三个预定辐射源温度值、三个主温度传感器的相应测量输出电压、和三个参考温度传感器 51 的相应测量特性计算出的主温度传感器 41 的校准系数。在不脱离所要求保护的发明的范围情况下，可以使用 241 三个以上的测量条件。在如上所述的实例中，例如，使用了五个测量条件。在这种情况下，可以使用标准曲线拟合技术或其它数学技术从测量特性和暴露辐射温度中提取校准系数。

校准系数可以随后被上载到温度计的非易失性存储器 71，以便应用到第二校准方程，从而改善用该第二校准方程根据参考温度传感器 51 的输出计算出的温度的精确性。通过校准参考温度传感器 51 和主温度传感器 41，可以改善校准的温度计 21 的精确性，并且校准所需要的数据点数量可以降低。

本领域技术人员可以理解，参考温度传感器 51 的校准 209 和主温度传感器 41 的校准 215 可以同时发生。例如，在不脱离本发明范围的情况下，该方法 201 可以控制参考温度传感器 51 的温度，同时将主温度传感器 41 暴露到处于预定第一源温度值的第一辐射源中。

在又一个可选的实施例中，校准 209 参考温度传感器 51 包括将参考温度传感器的温度控制 105 到小于等于三个的不同的温度值。在同一实施例中，校准 215 主温度传感器 41 包括将主温度传感器暴露 221 到小于等于三

个的处于三个不同预定源温度值的不同辐射源中。

耳温度计

在另一个可选的实施例中，基本如上所述，耳温度计 21（参见图 1）包括主温度传感器 41，其适合根据从鼓膜放射的辐射确定鼓膜的温度。耳温度计 21 还包括参考温度传感器 51，其响应于影响主温度传感器 41 的外部温度。参考温度传感器 51 可以如上所述得到校准。在一个实例中，主温度传感器 41 是热电元件，而参考温度传感器 51 是随温度变化的电阻器。在又一个实例中，随温度变化的电阻器 51 嵌在热电元件 41 上。尽管随温度变化的电阻器 51 可以嵌在热电元件 41 的任何部位上，但在一个实例中随温度变化的电阻器嵌在热电元件的冷接点处，因为热电元件的这些部位通常不暴露到辐射源中。

实例

下面的实例证明了第一和第二校准方程到 Dexter ST60 多晶硅电阻器的应用。该实例使用下面的方程，其中将温度转换到绝对温度：

$$T_s = a + \frac{b}{R} + \frac{c}{R^2}$$

具体是，参考温度传感器的温度可以被控制到第一温度值 10°C（50 华氏度）、第二温度值 25°C（77 华氏度）和第三温度值 40°C（104 华氏度）。以这三个温度，这三个方程和三个未知数可以如下求解出 a、b 和 c：

$$a = \frac{T_{10} \cdot R_{10}^2 \cdot K_1 - T_{25} \cdot R_{25}^2 \cdot K_2 + T_{40} \cdot R_{40}^2 \cdot K_3}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}$$

$$b = \frac{T_{10} \cdot R_{10}^2 \cdot K_4 + T_{25} \cdot R_{25}^2 \cdot K_5 + T_{40} \cdot R_{40}^2 \cdot K_6}{(R_{10} \cdot R_{25} \cdot R_{40}) \cdot \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{T_{10} \cdot R_{10} \cdot K_1 - T_{25} \cdot R_{25} \cdot K_2 + T_{40} \cdot R_{40} \cdot K_3}}$$

$$c = \frac{(R_{10} \cdot R_{25} \cdot R_{40}) \cdot \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{T_{10} \cdot R_{10} \cdot K_1 - T_{25} \cdot R_{25} \cdot K_2 + T_{40} \cdot R_{40} \cdot K_3}}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}$$

$$\begin{aligned} \text{设定: } K_1 &= R_{25} - R_{40} & K_2 &= R_{10} - R_{40} & K_3 &= R_{10} - R_{25} \\ K_4 &= R_{40}^2 - R_{25}^2 & K_5 &= R_{10}^2 - R_{40}^2 & K_6 &= R_{25}^2 - R_{10}^2 \end{aligned}$$

其中：

R10 是参考温度传感器在 10°C（50 华氏度）的测量特性；

T10 是参考温度传感器的控制温度的绝对温度（283 绝对温度）；
 R25 是参考温度传感器在 25℃（77 华氏度）的测量特性；
 T25 是参考温度传感器的控制温度的绝对温度（298 绝对温度）；
 R40 是参考温度传感器在 40℃（104 华氏度）的测量特性；以及
 T40 是参考温度传感器的控制温度的绝对温度（313.15 绝对温度）。

在求解这些方程求出 a、b 和 c 之后，对于参考温度传感器的任何测量特性，可以获得参考温度传感器的性能和影响主温度传感器的温度。以现有的这种关系，下面方程可以被用来确定被暴露到主温度传感器的辐射源温度和主温度传感器的输出之间关系的校准系数。

$$T_s = [T_r^4 - \frac{V_p - d}{e + f \cdot T_r}]^{1/4}$$

其中 V_p 处于 μ 伏特的主温度传感器的测量输出电压， T_r 是绝对温度下的参考温度传感器的校准温度值（基于参考温度传感器的测量特性）， T_s 是处于绝对温度的辐射源温度值，计算出的常数 d、e 和 f 是根据三个或以上预定辐射源温度值、三个或以上主温度传感器的相应测量输出电压、和三个或以上参考温度传感器的相应测量特性计算出的主温度传感器的校准系数。例如，几个不同的参考温度传感器周围温度 (T_r) 将被用来确定 f 系数，其表示热电元件的温度相关性。本领域技术人员容易理解，上述指出的四阶方程可以求解出一个正实解、一个负实解和两个复数解，当确定校准系数时只使用正实解。

本领域技术人员将注意到，在此示出和描述的方法执行或实现的顺序不是必要的，除非另有指定。即，本发明人认为该方法的元素可以以任意顺序执行，除非另有说明，并且该方法可以包括多于或少于在此公开的那些元素的元素。

当介绍本发明的元素或其实施例时，冠词“a”、“an”、“the”和“said”旨在表示存在一个或多个元素。术语“comprising”、“including”和“having”旨在表示包括，并意味着可以有除了所列出元素之外的附加

元素。

因为在不脱离本发明范围的情况下，可以对上述产品和方法进行各种变化，本发明旨在，在上述描述中包括的和在附图中显示的所有内容将被解释为是示例性的，没有限制的意思。

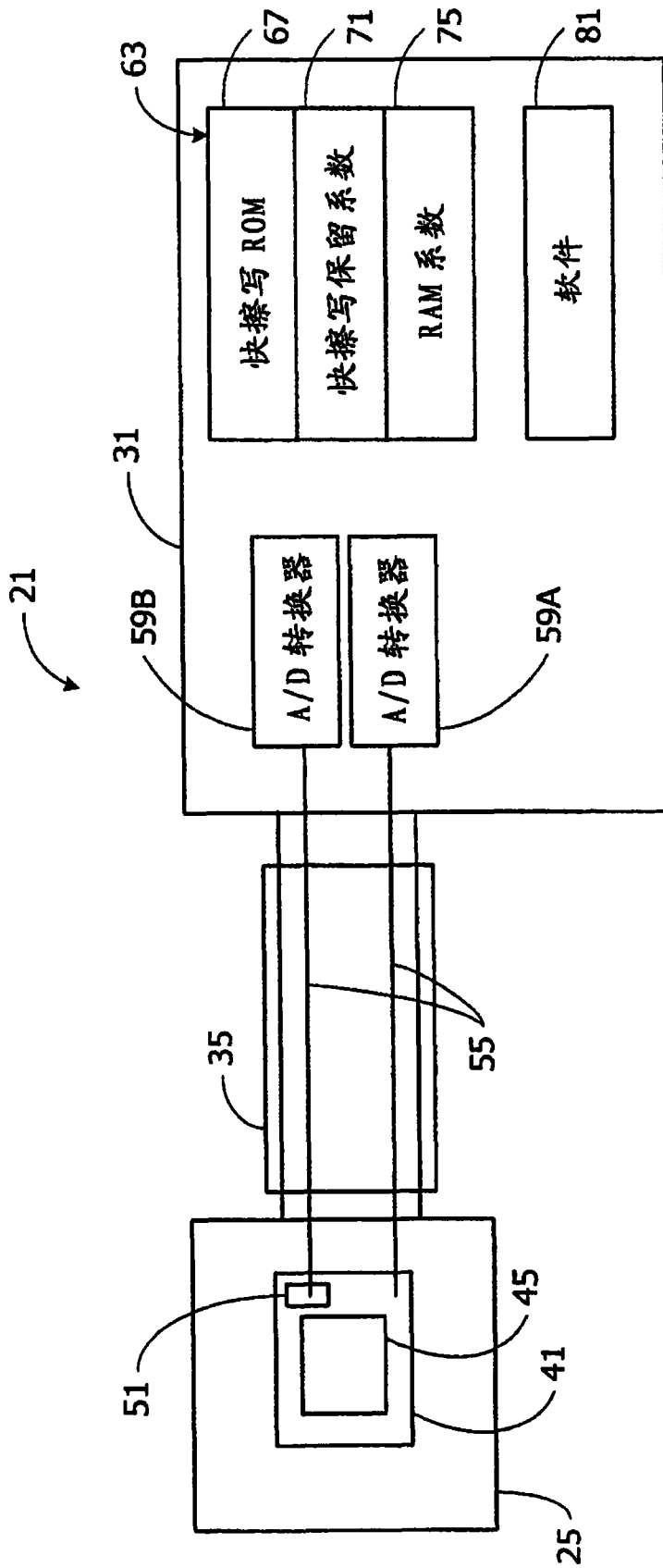


图 1

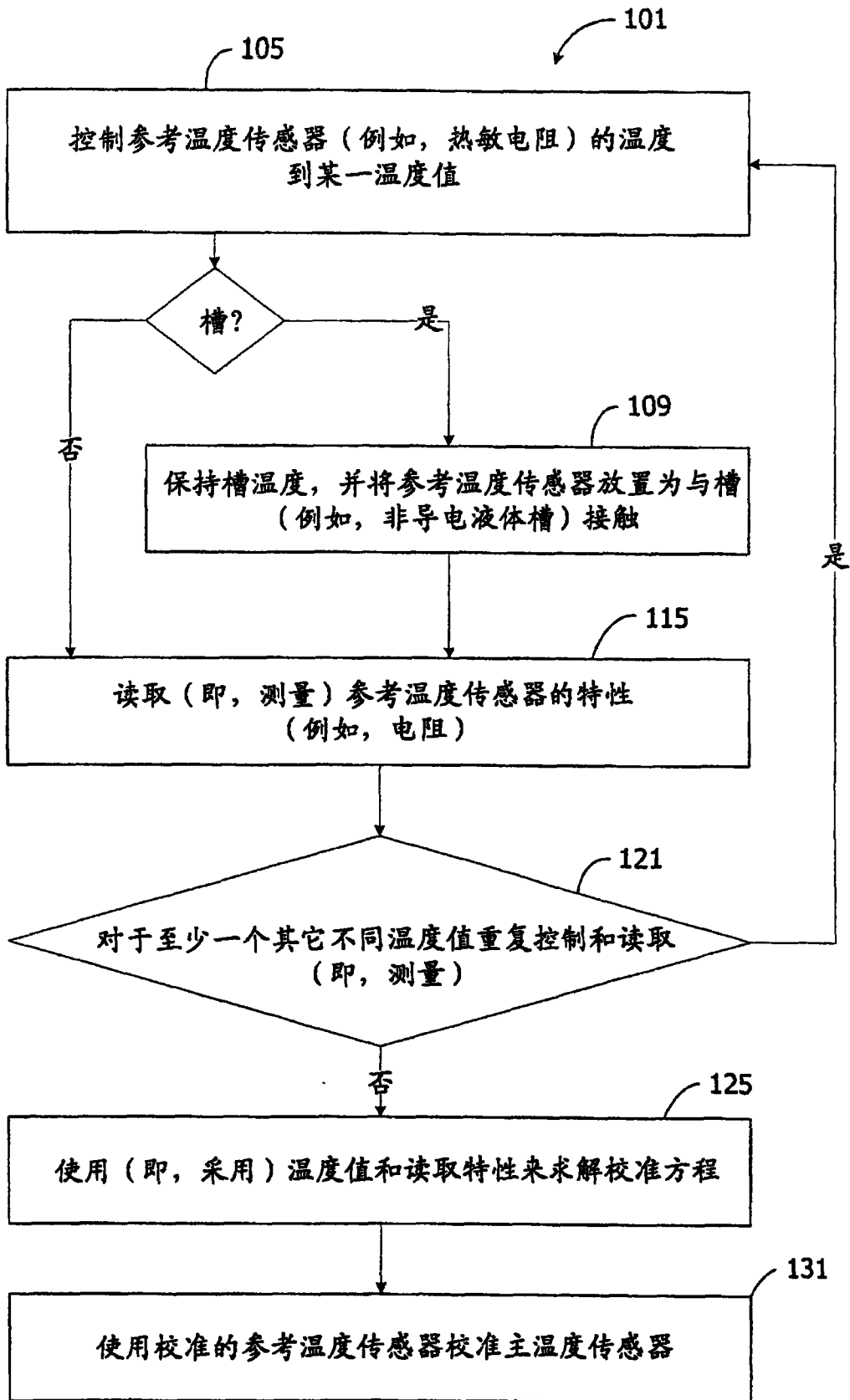


图 2

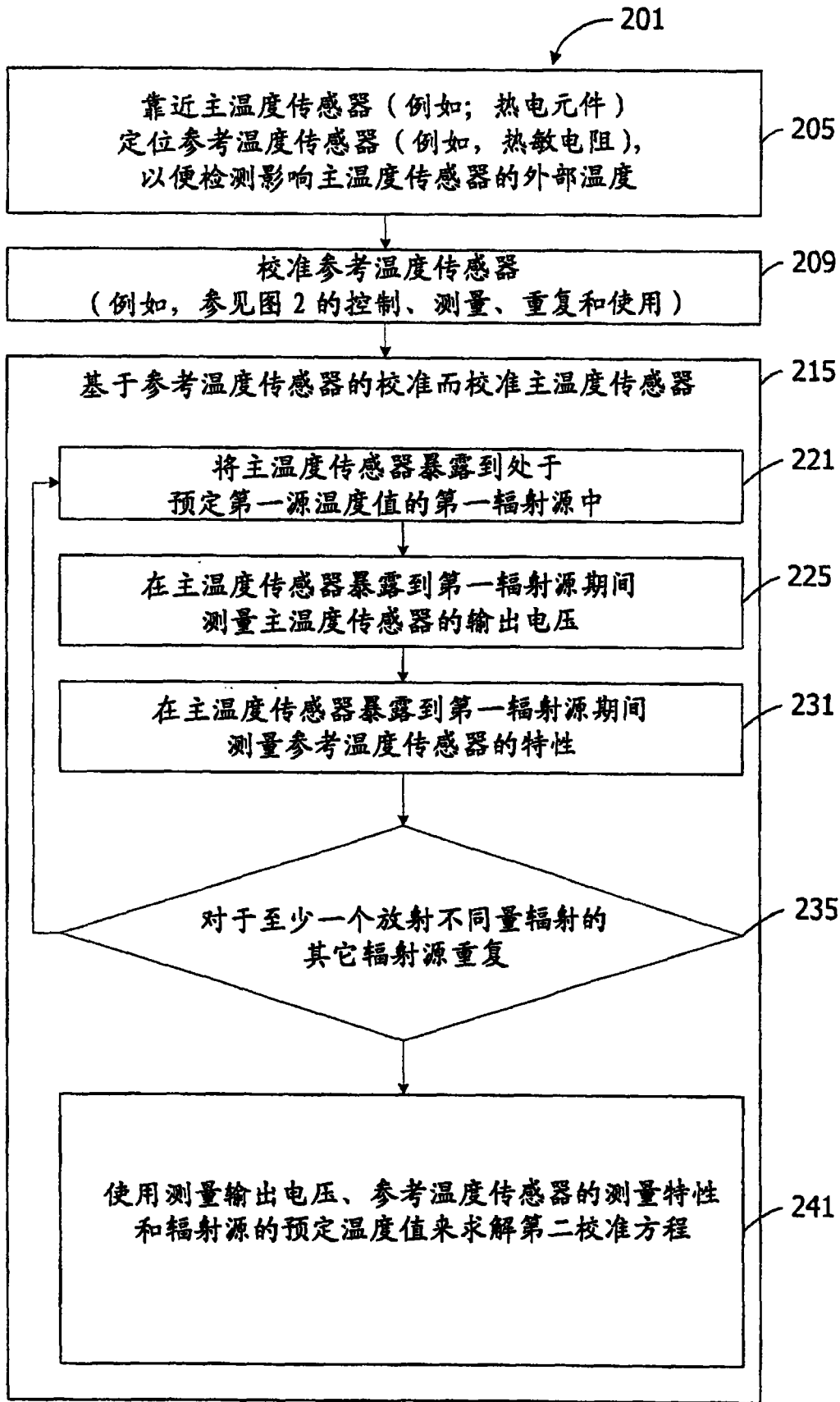


图 3

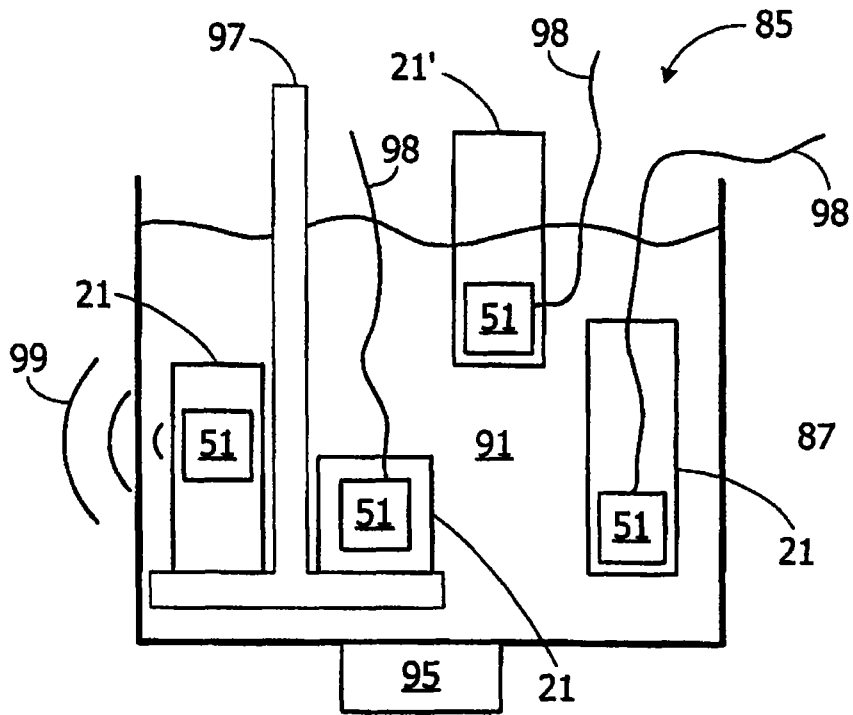


图 4