



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107072551 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(21)申请号 201580060379.8

安东尼·J·诺维茨基

(22)申请日 2015.11.02

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
公司 11021

(30)优先权数据

62/077,009 2014.11.07 US

代理人 王波波

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.05.05

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

G01N 27/18(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/058594 2015.11.02

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/073344 EN 2016.05.12

(71)申请人 3M创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 罗纳德·D·耶西

安德鲁·P·博尼法斯

尼古拉斯·T·加夫列尔

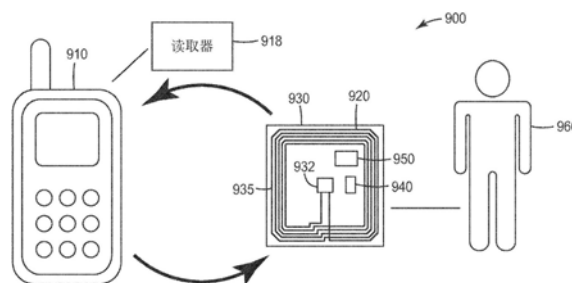
权利要求书2页 说明书35页 附图21页

## (54)发明名称

无线感测装置以及用于检测水合的方法

## (57)摘要

本公开的至少一些方面涉及位于组件中的RF水合传感器,该RF水合传感器包括:基板;设置在基板上天线;电耦合至天线的RF电路;电耦合至RF电路以改变目标区域的热条件的热源;以及感测元件,该感测元件热耦合至热源以感测热源的温度。RF水合传感器从远程收发器无线接收功率并将功率的至少一部分提供到热源。



1. 一种位于组件中的RF水合传感器,包括:  
基板;  
天线,所述天线设置在所述基板上;  
RF电路,所述RF电路电耦合至所述天线,所述RF电路包括处理器;  
热源,所述热源电耦合至所述RF电路以改变目标区域的热条件;以及  
感测元件,所述感测元件热耦合至所述热源以感测所述热源的温度,使得当所述热源热耦合至所述目标区域时,所述RF水合传感器从收发器无线接收具有第一形式的第一功率,所述RF电路将所述第一功率转换为具有不同于所述第一形式的第二形式的第二功率并将所述第二功率递送到所述热源,所述感测元件感测所述热源温度的时间变化性,并且所述处理器基于感测到的所述热源温度的时间变化性来确定指示水合程度的水合指示符。

2. 根据权利要求1所述的RF水合传感器,还包括:  
存储与水合程度相关联的参考数据的存储器,并且其中所述处理器被配置为使用所述参考数据来确定所述水合指示符。

3. 根据权利要求1所述的RF水合传感器,其中所述RF电路控制所述第二功率的大小。

4. 根据权利要求1所述的RF水合传感器,其中所述RF电路被配置为调节提供到所述热源的功率的持续时间。

5. 根据权利要求1所述的RF水合传感器,还包括:

包括固体材料或液体材料的均热器,  
其中所述热源邻近所述均热器设置。

6. 根据权利要求5所述的RF水合传感器,其中所述均热器适于在所述均热器与所述目标区域热接触时将来自所述热源的热通量跨所述目标区域基本上均匀地分布。

7. 根据权利要求1所述的RF水合传感器,其中所述RF水合传感器被配置为从收发器无线接收具有第一形式的未知第一功率,并且其中所述RF电路将所述未知第一功率转换为具有不同于所述第一形式的第二形式的已知第二功率。

8. 根据权利要求1所述的RF水合传感器,其中所述RF水合传感器适于与以第一射频发射功率的远程收发器无线通信,其中所述RF电路适于使所述RF水合传感器的谐振频率远离所述第一射频失谐,以控制所述RF水合传感器从所述远程收发器接收的所述第一功率的大小。

9. 一种用于测量液体含量的RF传感器,包括:

基板;  
天线,所述天线设置在所述基板上;

RF电路,所述RF电路电耦合至所述天线,所述RF电路包括处理器;  
吸收元件,所述吸收元件包括吸收材料,

热源,所述热源电耦合至所述RF电路并且热耦合至所述吸收元件;以及

感测元件,所述感测元件热耦合至所述热源以感测所述热源的温度,使得在所述吸收元件用于吸收液体之后,所述RF传感器从收发器无线接收具有第一形式的第一功率,所述RF电路将所述第一功率转换为具有不同于所述第一形式的第二形式的第二功率并将所述第二功率递送到所述热源,所述感测元件感测所述热源温度的时间变化性,并且所述处理器基于感测到的所述热源温度的时间变化性来确定指示液体含量的指示符。

10. 根据权利要求9所述的RF传感器,其中吸收材料包括多孔材料、天然或合成海绵、吸水凝胶和超吸收聚合物中的至少一种。

11. 根据权利要求9所述的RF传感器,其中所述RF电路控制所述第二功率的大小。

12. 一种使用一个或多个处理器和具有邻近对象设置的热源的传感器来确定水合程度的方法,包括:

无线地激活所述热源;

由所述传感器生成一系列感测信号;

由所述一个或多个处理器基于所述一系列感测信号中的至少一些感测信号来确定所述对象的热特性;以及

由所述一个或多个处理器基于所确定的热特性和参考数据来生成指示所述对象的水合程度的水合指示符。

13. 根据权利要求12所述的方法,还包括:

生成第一感测信号;

由所述一个或多个处理器来评估是否达到热稳态;

其中所述确定步骤包括基于所述第一感测信号以及在达到所述热稳态时生成的所述一系列感测信号中的至少一个感测信号来确定所述对象的热导率,

并且其中所述水合指示符基于所确定的热导率而生成。

14. 根据权利要求12所述的方法,还包括:

由所述一个或多个处理器来评估是否达到热稳态;

在达到所述热稳态之后去激活所述热源。

15. 根据权利要求12所述的方法,还包括:

在所述热源被去激活之后,生成一系列冷却感测信号;

其中所述确定步骤包括基于所述一系列冷却感测信号中的至少一些冷却感测信号来确定所述对象的热扩散率,

并且其中所述水合指示符基于所确定的热扩散率而生成。

## 无线感测装置以及用于检测水合的方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及无线感测装置和系统。本公开的至少部分涉及具有激发部件的无线感测装置。本公开的至少部分涉及用于测量一个或多个热特性的可穿戴无线传感器。

### 发明内容

[0002] 在一个实施方案中,位于组件中的RF水合传感器包括:基板;设置在基板上的天线;电耦合至天线的RF电路,该RF电路包括处理器;电耦合至RF电路以改变目标区域的热条件的热源;以及感测元件,该感测元件热耦合至热源以感测热源的温度,使得当热源热耦合至目标区域时,RF水合传感器从收发器无线接收具有第一形式的第一功率,RF电路将第一功率转换为具有不同于第一形式的第二形式的第二功率并将第二功率递送到热源,感测元件感测热源温度的时间变化性,并且处理器基于热源温度的感测到的时间变化性来确定指示水合程度的水合指示符。

[0003] 在一个实施方案中,用于测量液体含量的RF传感器包括:基板;设置在基板上的天线;电耦合至天线的RF电路,该RF电路包括处理器;包括吸收材料的吸收元件;电耦合至RF电路并且热耦合至吸收元件的热源;以及感测元件,该感测元件热耦合至热源以感测热源的温度,使得在吸收元件用于吸收液体之后,RF传感器从收发器无线接收具有第一形式的第一功率,RF电路将第一功率转换为具有不同于第一形式的第二形式的第二功率并将第二功率递送到热源,感测元件感测热源温度的时间变化性,并且处理器基于热源温度的感测到的时间变化性来确定指示液体含量的指示符。

[0004] 在一个实施方案中,一种使用一个或多个处理器和具有邻近对象设置的热源的传感器来确定水合程度的方法,包括以下步骤:无线地激活热源;由传感器生成一系列感测信号;由所述一个或多个处理器基于所述一系列感测信号中的至少一些感测信号来确定对象的热特性;以及由所述一个或多个处理器基于所确定的热特性和参考数据来生成指示对象的水合程度的水合指示符。

[0005] 在一个实施方案中,RF水合感测系统包括RF传感器标签,该RF传感器标签包括:基板;设置在基板上的天线;电耦合至天线的RF电路;电耦合至RF电路以改变目标区域的热条件的热源;以及感测元件,该感测元件热耦合至热源以感测热源的温度,使得当热源热耦合至目标区域时,RF传感器标签从收发器无线接收具有第一形式的第一功率,RF电路将第一功率转换为具有不同于第一形式的第二形式的第二功率并将第二功率递送到热源,感测元件感测热源温度的时间变化性,并且RF传感器标签无线地传输热源温度的感测到的时间变化性;RF读取器,该RF读取器被构造成将询问功率无线传输到RF传感器标签并且接收热源温度的感测到的时间变化性;处理器,该处理器电子耦合至RF读取器并且被构造成基于热源温度的感测到的时间变化性来确定指示水合程度的水合指示符。

### 附图说明

[0006] 附图并入本说明书中并构成本说明书的一部分,并且附图与具体实施方式一起阐

明本发明的优点和原理。在附图中，

- [0007] 图1A示出无线感测装置的一个实施方案的框图；
- [0008] 图1B示出无线感测装置的另一个实施方案的框图；
- [0009] 图1C示出无线感测装置的又另一个示例的框图；
- [0010] 图2A为RF传感器标签的一个实施方案的简化示意图；图2B为图2A所示的无线感测装置在箭头2B处的剖视图；
- [0011] 图2C为无线感测装置的一个实施方案的简化示意图；图2D为功率测量电路的一个实施方案的简化示意图；
- [0012] 图3A至图3C示出具有多个传感器的无线感测装置的一些实施方案的简化示意图；并且图3D为图3A所示的无线感测装置的剖视图；
- [0013] 图4A和图4B示出具有多个传感器和/或多个RF装置的无线感测装置的一些实施方案的简化示意图；
- [0014] 图5示出具有多个传感器和单个天线的无线感测装置的一个实施方案的简化示意图；
- [0015] 图6A示出移动感测系统的一个实施方案；
- [0016] 图6B示出如下框图，该框图示出包括移动装置和无线感测装置的移动感测系统的示例；
- [0017] 图6C示出无线感测系统的一个实施方案；
- [0018] 图6D示出具有多于一个无线感测装置的无线感测系统的一个实施方案；
- [0019] 图7A示出无线感测装置和/或系统的一个实施方案的操作的示例性流程图；
- [0020] 图7B示出具有两个传感器的无线感测装置或系统的一个实施方案的操作的示例性流程图；
- [0021] 图7C示出确定水合程度的示例性流程图；
- [0022] 图8A示出磁耦合相对于频率的示例的曲线图；
- [0023] 图8B示出温度-时间曲线的示例；
- [0024] 图8C示出如下概念示例，该概念示例指示对递送到热源的功率进行控制的有效性；
- [0025] 图9A示出水合感测系统的一个实施方案；
- [0026] 图9B示出在恒定的输入功率之前、期间和之后热源的示意性温度-时间曲线；
- [0027] 图9C示出用于测量液体含量的无线感测装置的一个实施方案的一些部件的剖视图；
- [0028] 图9D示出用于测量液体含量的无线感测装置的一个实施方案的示意图；
- [0029] 图10示出无线感测装置的一个示例的简化示意图；
- [0030] 图11为具有两个集成电路的无线感测装置的示例的图片；并且
- [0031] 图12示出温度相对于时间的示例性曲线图。

[0032] 在这些附图中，类似的附图标号表示类似的元件。虽然可能未按比例绘制的以上附图阐述了本公开的各种实施方案，但还可以设想如在具体实施方式中所指出的其它实施方案。在所有情况下，本公开都通过示例性实施方案的表示而非通过表述限制来描述当前公开的发明。应当理解，本领域的技术人员可设计出许多其它修改形式和实施方案，这些修

改形式和实施方案均落在本公开的范围和实质内。

### 具体实施方式

[0033] 除非另外指明,否则说明书和权利要求书中使用的表示特征部尺寸、数量和物理特性的所有数字应该理解为在所有情况下均被术语“约”修饰。因此,除非有相反的说明,否则在上述说明书和所附权利要求书中列出的数值参数均为近似值,这些近似值可根据本领域技术人员利用本文所公开的教导内容来寻求获得的期望性能而变化。所使用的由端值表述的数值范围包括此范围内包含的所有数值(例如,1至5包括1、1.5、2、2.75、3、3.80、4和5)以及在此范围内的任何范围。

[0034] 本说明书和所附权利要求书中所用的单数形式“一种”、“一个”和“所述”均涵盖具有复数指代物的实施方案,除非其内容明确指示另外的情况。除非上下文另外清楚指明,否则如本说明书和所附权利要求中使用的术语“或”一般以包括“和/或”的意义使用。

[0035] 若在本文中使用的空间相关的术语,包括但不限于“下部”、“上部”、“下面”、“下方”、“上方”、和“在顶部”,则用于方便描述一个或多个元件相对于另一个元件的空间关系。除了图中示出的或本文所述的具体取向外,此类空间相关术语涵盖装置在使用或操作时的不同取向。例如,如果图中所描绘的对象翻过来或翻转过来,那么先前描述的在其它元件之下或下面的部分就在这些其它元件之上。

[0036] 如本文所用,例如当元件、部件或层描述为与另一元件、部件或层形成“一致界面”、或在“其上”、“连接至其”、“与其耦合”或“与其接触”,则可为直接在其上、直接连接至其、直接与其耦合或直接与其接触,或例如居间的元件、部件或层可能在特定元件、部件或层上,或连接至、耦合至或接触特定元件、部件或层。例如当元件、部件或层被称为“直接在一元件上”、“直接连接至另一元件”、“直接与另一元件耦合”或“直接与另一元件接触”时,则没有居间的元件、部件或层。如本文所用,“电子耦合”和“电耦合”可互换使用。

[0037] 如本文所用,层、部件或元件可被描述为彼此相邻。层、部件或元件可通过直接接触、通过一种或多种其它部件连接或通过与其他部件保持在一起或彼此附接而彼此相邻。直接接触的层、部件或元件可描述为彼此紧邻。

[0038] 本公开的一些方面涉及构建在射频(RF)技术上的传感器开发,该射频技术是一种基于无线数据和功率传递能力的有效方法。如本文所用,RF用于指一种广义类别的无线通信接口,该无线通信接口可提供通信和功率,包括远场通信和近场通信(NFC),所述通信可使用特定的通信协议。基于RF技术的传感器实现了有益的系统属性,诸如无线读出、无源(无电池)传感器操作、唯一的传感器标识、与人体相容、以及板载微处理能力。此外,启用了NFC的智能装置,诸如智能电话、平板电脑和智能手表,日益盛行,这允许在不需专业化读取器的情况下读出基于RF的传感器。NFC包括但不限于NFC论坛行业协会定义的那套标准协议。

[0039] 本公开的至少一些方面的特征在于用于测量热特性的无线感测装置,该无线感测装置可经由无线接口传输传感器信号。无线接口包括远场通信和NFC。在一些实施方案中,无线感测装置将NFC用作通信接口。本公开的至少一些方面的特征在于具有均热器的无线感测装置,该均热器也称为热区或均热层,其中均热器由固体或液体材料形成,该固体或液体材料相比于气体的热导率具有相对较高的热导率,并且该无线感测装置还具有设置在均

热器中的热源和传感器以允许测量一个或多个热特性。在一些情况下,无线感测装置包括能量收集装置,以接收和转换功率并将功率提供到无线感测装置的至少一些其它部件。

[0040] 在一些实施方案中,无线感测装置具有单个天线,该天线具有两个或更多个传感器和激发装置,其中每个传感器耦合至具有唯一标识符的RF装置,并且每个传感器耦合至激发装置。在此类实施方案中,无线感测装置可将传感器信号从空间上分散的传感器提供到计算装置,以基于空间信息和传感器信号来确定物理特性。

[0041] 在一些实施方案中,无线感测装置具有热隔离区域,其中每个区域包括热传感器和任选的热源,热传感器的测量可用于确定感兴趣对象的热特性。在一个实施方案中,无线感测装置具有一个热区A和区域B,区域A包括具有高热导率的材料,区域B与区域A热隔离,其中区域A与感兴趣对象热接触。在此类实施方案中,可基于来自邻近区域A设置的传感器A以及来自邻近区域B设置的传感器B的差分传感器信号来确定对象的热特性。

[0042] 本公开的至少一些方面涉及无线感测系统,该无线感测系统具有RF读取器以及本文所述的任何配置的无线感测装置。在一些实施方案中,无线感测系统包括空间上分离的多个传感器并且从这些传感器接收感测信号。在此类实施方案的一些情况下,无线感测系统可建立感测信号阵列或感测信号图,从而在对应于传感器位置的各个部分处评估材料或对象的物理特性。在一些其它实施方案中,无线感测系统从无线感测装置接收时间上分离的感测信号,以测量对象的物理特性。在此类实施方案的一些情况下,无线感测系统可建立随时间推移的感测信号变化的曲线,从而基于曲线来确定对象的物理特性。例如,无线感测系统可利用一个或多个热传感器来建立温度-时间曲线并且确定材料或对象内的水含量并进一步评估材料或对象的水合程度或水分含量。

[0043] 材料或对象的热特性包括例如热导率、热传导系数、比热容、热容量、热扩散率等。热导率是响应于通过材料的所施加热通量的固有温度差,通常以功率/长度-温度(诸如瓦特/米-开尔文)为单位。热传导系数考虑的是热通量的横截面积和材料厚度,通常以功率/温度(诸如瓦特/开尔文)为单位。比热容是响应于热能的固有温度上升,通常以能量/质量-温度(诸如焦耳/千克-开尔文)为单位。热容量考虑的是材料质量,通常以能量/温度(诸如焦耳/开尔文)为单位。热扩散率是热导率与质量密度和比热容的乘积之间的比率,并且指示材料达到类似于其周围环境的温度的速度,通常以面积/时间(诸如平方米/秒)为单位。

[0044] 材料或对象可以是复合材料,其中复合材料的热特性是指复合材料的有效或平均热特性。一些复合材料在分散介质中具有分散相,该分散介质通常称为溶液、胶体或悬浮液,具体取决于所涉及的长度标度。复合材料可以是单相或混合相,包含固体、液体或气体中的一种或多种。

[0045] 在一些实施方案中,对其分散介质不是气体的复合材料(即,非气溶胶复合材料)的热特性进行测量和/或计算。非气溶胶复合材料包括例如泡沫材料(即,在固体或液体中分散的气体)、乳液(即,在液体或固体中分散的液体)或溶胶(即,在液体或固体中分散的固体)。非气溶胶复合材料还可包括例如分散在固体或液体基质中的固体、液体或气体的不均匀混合物。例如,具有氧化铝分散颗粒的丙烯酸酯粘合剂的有效热导率基于每种材料的热导率、混合比例以及其它特性诸如颗粒形状。

[0046] 图1A示出无线感测装置100A的一个实施方案的框图,该无线感测装置可用于测量对象的热特性。如本文所述,无线感测装置通常在组件中。在所示的实施方案中,无线感测

装置100A包括基板110、设置在基板110上的控制电路120、电子耦合至控制电路的收发器130、电子耦合至收发器并且设置在基板110上的天线135、设置在基板上的任意的能量收集装置140、任意的热源150以及传感器160。在一些情况下,能量收集装置140电子耦合至天线135。天线135被构造成例如在RF读取器询问无线感测装置100A时传输信号。

[0047] 在一些配置中,无线感测装置100A具有任意的均热器115,该均热器包括固体、液体或复合材料并且具有所需的或已知的热特性。在一些情况下,均热器115的热导率高于基板110的热导率。在其它一些情况下,基板是均热器,该均热器被构造成在无线感测装置用于测量对象的热特性时与对象热接触。例如,均热器115包括聚合物膜或粘合剂层。在一些具体实施中,均热器115的热导率大于或等于0.1瓦特/米-开尔文。均热器115可包括金属填料诸如铝或陶瓷填充材料诸如氮化硼。在一些情况下,均热器中使用的填料用于获得所需的热导率。在一些实施方案中,无线感测装置100A可通过提供通过均热器115的大致均匀热通量来改善测量结果的准确性。在一些情况下,无线感测装置100A可利用均热器115的热特性来确定对象的热特性。

[0048] 热通量或热流是指热能量通过传导(声子)、对流(流体流动)或辐射(光子)的方式传递通过介质。主要感兴趣热通量是通过传导而移动到热源以及从热源移动的热通量,并且其中该热通量扩散到区域或基板的表面,或从该表面扩散。

[0049] 基板110可以是柔性的或刚性的。在一些实施方案中,基板110可拉伸。在一些实施方案中,基板110包括聚氨酯。在一些实施方案中,基板110为聚合物膜。合适的聚合物膜包括弹性体聚氨酯、共聚酯或聚醚嵌段酰胺膜。

[0050] 控制电路120可包括电连接的一个或多个电子部件。控制电路120可包括无源电子部件,例如电阻器、电容器、电感器、变压器、二极管等。控制电路120可包括有源电子部件,诸如晶体管、电压源或电流源、放大器、微处理器、振荡器、模数转换器、数模转换器、锁相环路等。在一些情况下,控制电路120可形成到集成电路中或者包括集成电路。微处理器可为具有相对简单的数字逻辑从而以预定义方式在两个或更多个状态之间移动的状态机,或者可为由指令集、数字处理块、存储器、固件和外围设备(诸如时钟、存储器控制器和数据转换器)组成的微控制器。在一些情况下,控制电路120包括微处理器和存储唯一标识符的存储器。在一些实施方案中,控制电路120、收发器130和天线135是射频识别(RFID)标签的部件。

[0051] 柔性 and/或可拉伸基板上的RFID标签在提交于2014年7月31日的名称为“RFID Tag on Stretchable Substrate”(可拉伸基板上的RFID标签)的美国专利申请62/031,581以及提交于2014年7月31日的名称为“RFID Tag on Flexible Substrate”(柔性基板上的RFID标签)的美国专利申请62/031,603中有更详细的描述,这两个专利申请的全部内容以引用方式并入本文。

[0052] 在一些情况下,热源150邻近均热器115设置,以在均热器115中产生热通量。热源150电子耦合至能量收集装置140并且在均热器115中生成热通量。在一些实施方案中,传感器160设置在均热器115中并且电子耦合至控制电路120。传感器160被构造成生成指示温度的传感器信号并将传感器信号提供到控制电路120。在一些情况下,热源150和传感器160是集成电路的部件。在一些具体实施中,热源150和传感器160是同一电阻元件。

[0053] 热源150,又被称为加热元件,可通过焦耳加热,例如通过将电流传送通过具有非零电阻的任何电气部件,来生成热量。例如,热源150可以是电连接至电流源的电阻器,或者

可以是间接地耦合至变化的磁场以通过磁感应产生电流的电阻器诸如金属或磁性材料。

[0054] 在一些情况下,热源150可为基于珀尔帖效应工作的热电装置,诸如包含p型和n型热电材料的一个或多个结的热电加热器或冷却器,所述结通常电子串耦合线。取决于电流的极性,热电装置的一部分的温度将升高,并且另一部分温度将降低,这样,热电装置可用于加热和/或冷却。此类热电热源还可由于元件的非零电阻而具有来自焦耳加热的热贡献。

[0055] 在一些情况下,热源150可基于来自有意的源或来自环境光能量源的光吸收。在其它一些情况下,热源可包括寄生元件或其它无意的加热或冷却源。在一些情况下,热源150是无线感测装置100A中的专用部件。在其它一些情况下,热源150包括在无线感测装置中工作的一个或多个电子部件。例如,热源150可包括在工作期间生成额外热量的收发器元件。又如,热源150包括在工作期间生成热量的微处理器元件。

[0056] 在一些实施方案中,热源150邻近均热器115设置。在一些情况下,均热器115具有已知的热特性,该热特性可用于确定对象的一个或多个热特性。在一些具体实施中,热源包括高传导性部件。在一些实施方案中,热源150和/或均热器115与感兴趣对象或材料热接触。热接触限定在两种材料的界面处,其中非无限的热接触传导导致在热通量跨界面移动时跨界面形成温度差。界面通常由与所描述的一些复合材料类似的混合相区域组成。在一些实施方案中,界面可以包括具有一定粗糙度的固体区域,或者在该固体区域内存在该粗糙度内的流体区域。流体区域可包括液体、气体或混合物。在一些实施方案中,界面可具有固体或液体区域,其中在一个或多个空隙中或在表面处具有气体区域。保持良好的热接触或热耦合通常涉及限制流体区域的比例,尤其是包含气体的那些流体区域的比例。热界面材料通常用于此目的,诸如弹性垫、胶带、油脂等。有效接触热传导系数与给定热通量的跨接触界面的温度差成反比,它通常以瓦特/平方米-开尔文为单位。另外还可以通过接触区域的有效厚度来估量有效接触热传导系数,以获得有效接触热导率,它通常以瓦特/米-开尔文为单位。

[0057] 在一些实施方案中,传感器160,又被称为感测元件,可为热传感器,该热传感器在电气特性、光学特性、声学特性等方面具有响应于温度变化的可测量变化。在一些情况下,电学热传感器可在电压、电流或电阻方面响应于温度变化。电阻型热传感器的电阻取决于温度;典型的金属是电阻型热装置,其中电阻以相对线性的关系随温度增加而增大。热敏电阻器通常具有取决于电流的电阻以及响应于温度变化的非线性电阻变化。在一些具体实施中,电学热传感器可基于塞贝克效应工作以将温度差转换为电压,诸如热电偶或热电堆。

[0058] 光学温度传感器包括光学换能器,该光学换能器接收来自与其环境失去热均衡的对象的电磁辐射,其中当换能器吸收和发出辐射时,换能器温度发生变化,该换能器例如为测辐射热计、微测辐射热计、热电检测器等。这些传感器将光学方面与电学方面相结合,其中当换能器通过辐射而受热或冷却时,入射和反射的辐射被测量并转换为电气响应。

[0059] 声学温度传感器依赖于在机械波传播通过块体材料或沿材料表面传播时由温度引起的变化。用于测量温度的传感器可包括多层结构,该多层结构基于层的不同热膨胀特性响应于温度而变形。变形可以被电子转换,诸如接通机电开关的变形梁,或者可以通过表盘或其它元件转换为可视指示器。

[0060] 在一些情况下,能量收集装置140包括桥式整流器、整流器、二极管或晶体管整流

器,并且可包括电压或电流调节器。在一些具体实施中,可将非整流功率提供到热源(例如,电阻器),同时电子电路的其余部分通常以整流的功率来工作。能量收集装置可从有意辐射源或从无意源或环境源接收功率。有意辐射源可包括例如RF读取器。例如,取决于其电子器件的配置、天线以及工作频率范围,RF读取器可产生近场电场或近场磁场,该电场或磁场储存用于耦合至一个或多个目标装置中的能量,或者RF读取器可产生远场辐射模式的行进电磁波,或者是这两种情况的组合。在一些情况下,磁场可耦合至天线135和能量收集装置140,以在无线感测装置中引发来自磁场的电流。

[0061] 能量收集装置140还可耦合至无意源或环境源,例如光源、惯性振动源或温度梯度源等。光源可为例如阳光、人造灯光等。在此类示例中,能量收集装置140可包括光伏电池以用于将光能转换为电能。惯性或振动能量源可为例如马达、移动的运输车辆(例如,汽车、火车、飞机等)、风等。它还可以是生物源诸如运动中的人。在此类示例中,能量收集装置可包括将机械能转换为电能的压电装置。能量收集装置140可从温度梯度获得电能。例如,能量收集装置可包括基于塞贝克效应工作的热电装置,该热电装置将来自哺乳动物皮肤或来自包含工艺流体的管道外部的温度梯度和热流转换为电能。

[0062] 在一些实施方案中,热源150被调节。热源150可通过控制电路120的处理部件、通过收发器130与外部装置的交互、能量收集装置140或者它们的组合来调节。在一些情况下,控制电路120调节热源150。在一些情况下,控制电路120基于传感器信号来调节热源150。

[0063] 在一些实施方案中,递送到热源150的功率可通过控制电路120内的控制器调制,例如通过改变递送到热源150的功率量来调制。在一些实施方案中,控制电路120调节功率,以便保持恒定的温度或者响应于传感器160提供的指示温度的感测信号而保持所需的温度变化率,这是基于温度的闭路控制。在一些实施方案中,控制电路120将功率调节到热源中,以便保持恒定的功率或者保持提供到热源150的功率的所需变化率,这是基于功率的闭路控制。在一些其它实施方案中,热源150接收已知但不受控的电流、电压或功率,并且已知的值用在稍后的计算步骤中,以考虑作为开路控制的功率变化。在另外一些其它实施方案中,开路类型的控制的实施具有可能的约束,诸如感测信号的最大值或最小值,该感测信号从传感器160获得并且如果该感测信号在最大值或最小值之外,则控制电路120可利用该感测信号来调节热源150。

[0064] 在一些实施方案中,通过在主寄生/非预期加热元件工作的时间周期期间执行测量,可调节热源150。此类调节可直接通过有意增大寄生/非预期加热元件的工作负载来完成。例如,控制器可指示收发器打开并另外处理无意义的的数据,以便生成额外的热量。在此类示例中,提供到收发器的功率可由控制器监测,其中处理负载经调节以保持恒定的功率或者功率的所需变化率。

[0065] 在一些实施方案中,无线感测装置100A可包括任选的储能装置170,该储能装置设置在基板上并且电子耦合至能量收集装置140。储能装置170可包括电容器或超级电容器。储能装置170可将从能量收集装置140收集的能量存储较短或较长的时间周期。储存在储能装置170中的能量可用于为无线感测装置100A的指定部件提供功率,该部件包括但不限于控制电路120、热源150和传感器160。当外部能量对于能量收集装置140而言不可用时,无线感测装置100A可继续利用储存在储能装置170中的功率来工作。另外,储存在储能装置170中的能量可用于增加可从能量收集装置140获得的功率,从而相比可仅从储能装置170或能

量收集装置140获得的功率,实现更高的功率可用性。

[0066] 在一些实施方案中,能量收集装置140向热源150以及无线感测装置100A的可能的其它部件提供功率,所述其它部件诸如为传感器160、控制电路120和收发器130。在一些情况下,传感器160被构造成在能量收集装置140激活热源150之前生成第一传感器信号并且在能量收集装置140激活热源150之后生成第二传感器信号。在此类情况下,控制电路可基于第一传感器信号和第二传感器信号来确定对象的热特性。在一些情况下,传感器160被构造成大致在能量收集装置140激活热源150的同时生成第一传感器信号并且在能量收集装置140激活热源150之后生成第二传感器信号。

[0067] 收发器130可包括传送器元件和/或接收器元件。传送器元件包括一个或多个电磁或电声换能器、以及用于对一个或多个信号进行滤波、放大和调制的电子部件。接收器元件包括:一个或多个电磁或电声换能器,其可以经由开关装置与发射器元件的那些换能器进行共享,或者可以与发射器元件的那些换能器分离;以及用于对来自接收能量的一个或多个信号进行滤波、放大和调制的电子器件。电磁换能器可以是天线,该天线可被设计成从输入的电信号来辐射电磁场并且将电磁场吸收到电信号中,或者可被设计成与电磁近场中的储存能量耦合,或者为辐射和近场耦合两者的组合。电磁换能器还可为发光二极管或其它光源,或者光电二极管或其它光学检测器。电声换能器可为扬声器或其它声源,或者麦克风或其它声学检测器。电磁和/或电声换能器可组合成单个元件,该元件能够实现从电信号到电磁能或声能以及从电磁能或声能到电信号的双向换能。

[0068] 例如,收发器130可包括在集成电路装置中,该集成电路装置例如来自荷兰埃因霍温的NXP半导体公司(NXP Semiconductors (Eindhoven, the Netherlands))的NTAG213。又如,收发器130可为红外收发器元件,该红外收发器元件具有发光二极管、光电二极管以及随附的电子器件以经由红外协议实施光学通信,例如来自日本京都罗姆半导体公司(Rohm Semiconductor (Kyoto, Japan))的RPM841-H16 IrDA红外通信模块。

[0069] 天线135可为设计用于与RF读取器近场耦合的线圈天线。在一些情况下,天线135具有螺旋形状。在一些具体实施中,天线135包括多个基本上同心的导电环。在一些配置中,天线具有位于第一端部与第二端部之间的长度,该长度小于约2米。在一些情况下,天线135根据标准ISO 14443A、ISO 15693或其它标准或专有通信协议来执行调制和解调。线圈天线可具有基于其几何结构的电感,该电感与电连接的部件(通常称为RF部件)的电容产生谐振,从而增强与RF读取器的频率接近的给定磁场强度下的感应电压。在一些实施方案中,线圈天线可具有基于其几何结构的电感,该电感与RF部件的第一电容产生第一谐振并且与RF部件的第二电容产生第二谐振,其中第二谐振与RF读取器的频率更密切地匹配,从而当谐振频率与RF读取器频率更密切地匹配时,由于给定读取器磁场强度下的感应电压增大,而将更多能量耦合至无线感测装置100A中。在一些具体实施中,RF部件(其包括收发器130和/或控制电路120的部件)可被构造成包含可调谐或可切换的电容以产生至少两个电容值(即,第一电容、第二电容),或者可包含用于控制外部可变电容器件的电路,或者可包含用于允许一个或多个外部电容元件切换到电路之中或之外的电路。

[0070] 图1B示出无线感测装置100B的另一个实施方案的框图,该无线感测装置可用于测量对象的物理特性。在所示的实施方案中,无线感测装置100B包括基板110、控制电路120、电子耦合至控制电路的收发器130、电子耦合至收发器并且设置在基板110上的天线135、设

置在基板上的任意的能量收集装置140、第一激发装置150B、第一传感器160B、第二激发装置155B以及第二传感器165B。在一些情况下,能量收集装置140电子耦合至天线135。在一些实施方案中,无线感测装置100B包括任意的储能装置170。在一些情况下,储能装置170电子耦合至能量收集装置140。在一些实施方案中,无线感测装置100B包括电池(图1B中未示出)。具有相同标记的部件可具有与图1A中的对应部件相同或类似的配置、组成、功能和/或关系。

[0071] 第一激发装置150B和第二激发装置155B可包括热激发装置、光激发装置、声音激发装置、振动器、电压源、电流源、电磁体等中的一者或多者。激发装置可在一定时间周期内生成一个和/或多个激发信号。激发信号可包括例如光信号、电压信号、振动信号、声音信号、加热或冷却信号、电磁信号、电流信号等。激发装置(150B,155B)可发起用于改变条件的激发信号,并且传感器(160B,165B)可感测对象的响应于改变的条件而变化的物理特性,然后确定该对象的一个或多个物理特性。如图1A中所示的一个示例,激发装置可为与对象热接触的热源,并且传感器可被选择来测量对象的温度变化。又如,激发装置可为与对象接触的振动马达,并且传感器可为加速度计。

[0072] 在一些情况下,激发装置(150B和/或155B)可生成光能,诸如光源等;并且对应的传感器可包括光学传感器,例如光电二极管、光伏传感器等。在一些情况下,激发装置可包括运动源,例如振动马达、压电致动器等;并且对应的传感器可包括运动传感器,例如压电传感器、加速度计等。在其它一些情况下,激发装置可包括声源,例如麦克风、压电换能器等;并且对应的传感器可包括声学传感器,例如麦克风、加速度计等。在另外其它一些情况下,激发装置可包括电源,例如电压源、电流源等;并且对应的传感器可包括电传感器,例如电压传感器、电流传感器、相位传感器、电阻传感器等。在一些具体实施中,无线感测装置可包括多于一种类型的激发装置,例如光源和运动源两者,以及/或者多于一种类型的传感器,例如光学传感器和运动传感器两者。

[0073] 在一些实施方案中,无线感测装置100B可包括空间上分离以测量对象的不同部分处的物理特性的两个或更多个传感器。传感器数据可用于例如提高测量结果的准确性、测量流速、检测对象中的异常或者评估对象的其它特性。在一些情况下,激发装置150B和/或155B可由控制电路120调节。在一些情况下,激发装置150B和/或155B可由控制电路120基于传感器信号来调节。

[0074] 在一些配置中,无线感测装置100B具有任意的感测区域115B和/或感测区域117B,该感测区域包括适合用于特定能量传递的材料。例如,感测区域115B和/或117B包括适于热能传递的聚合物膜或粘合剂层。又如,感测区域115B和/或117B包括适于将光引导到对象的反射膜。

[0075] 在一个实施方案中,激发装置150B和155B是热源。感测区域115B和117B彼此热隔离。第一热源150B设置在第一感测区域115B中,并且电子耦合至能量收集装置140。第一传感器160B设置在第一感测区域115B中,并且电子耦合至控制电路120。第一传感器160B被构造成生成与温度相关联的第一传感器信号。第二热源155B设置在第二感测区域117B中,并且电子耦合至能量收集装置140。第二传感器165B设置在第二感测区域117B中,并且电子耦合至控制电路120。第二传感器165B被构造成生成与温度相关联的第二传感器信号。控制电路120被构造成基于第一传感器信号和第二传感器信号来确定对象的热特性。在一些情况下,

感测区域117B与对象热接触,并且热隔离区域115B中的传感器160B可以提供基线信息,从而改善无线感测装置100B的测量准确度。

[0076] 在一个实施方案中,热绝缘体设置在感测区域115B和117B之间。热绝缘体可以包括例如泡沫、气隙等。泡沫可以包括例如具有空隙的任何固体材料,诸如具有开孔式或闭孔式空隙的聚合物材料,或非织造聚合物材料。热绝缘还通过几何形状来提供,例如通过区域之间的间隔距离与区域之间跨度的横截面积的比率来提供;当该比例较大时,需要较大的温差来传递给定的热量。

[0077] 在一些情况下,第一感测区域115B和/或第二感测区域117B位于基板110上。在其他一些情况下,第一感测区域115B和/或第二感测区域117B不位于基板110上。在图1B所示的一个实施方案中,控制电路120从传感器160B和165B两者接收感测数据。在一些情况下,控制电路120包括微处理器,以基于由传感器160B和165B收集的数据来确定对象的物理特性。在其他一些情况下,控制电路120经由收发器130传输传感器数据,以便进一步处理。

[0078] 图1C示出了可以用于测量对象的一个或多个物理特性的无线感测装置100C的另一示例的框图。在所示实施方案中,无线感测装置100C包括基板110、第一控制电路120、电子耦合至第一控制电路120的第一收发器130、第二控制电路125、电子耦合至第二控制电路125的第二收发器132、电子耦合至收发器130和/或135并设置在基板110上的天线135、设置在基板上的任选能量收集装置140、第一激发装置150B、第一传感器160B、第二激发装置155B,以及第二传感器165B。在一些情况下,能量收集装置140电子耦合至天线135。在一些情况下,无线感测装置100C包括连接到第二收发器132的第二天线,而天线135连接到第一收发器130。具有相同标签的部件可以具有与图1A和1B中的对应部件相同或相似的配置、组成、功能和/或关系。

[0079] 本文所述的任一无线感测装置中的一个或多个部件,例如控制电路、收发器、热源、激发装置、传感器、能量收集装置和储能装置可以制备到封装于电子封装件内的集成电路中。在一些实施方式中,本文所述的无线感测装置是未包括有功功率部件(例如,电池)的无源感测装置。在一些其它实施方式中,本文所述的无线感测装置是包括有功功率部件的有源感测装置。在一些情况下,本文所述的无线感测装置的实施方案内置在单个电子封装件中。在一些情况下,这些无线感测装置可以内置在作为可寻址传感器的NFC或RFID(射频识别)标签中。

[0080] 具有两个或更多个传感器的图1B和1C所示的实施方案可拥有许多益处,诸如标签尺寸减小、制造简化、多个感测电路能获得相同功率/磁场水平或预定义比例功率/磁场水平、一个装置中具有多个传感器的这一构造能够实现差分感测架构,和/或实现空间映射/感测。在图1C所示的实施方案中,针对多个感测电路使用单个天线135可以消除两个间距很小的天线元件的磁耦合失谐。虽然图1B和1C示出无线感测装置中的两个传感器和/或激发装置,但是本领域技术人员应当容易地设计出具有多于两个传感器和/或激发装置的无线感测装置。

[0081] 图2A是RF传感器标签200的一个实施方案的简化示意图;图2B是无线感测装置200在箭头2B处的横截面图。RF传感器标签200包括基板210、设置在基板210上的天线220、任选的均热器230,以及电子耦合至天线220的感测电路240。感测电路240设置在均热器230中。在一些实施方案中,感测电路240可以包括收发器、存储唯一标识符的存储器、感测元件,和

用于加热目标区域的加热元件。在一些其他实施方案中,感测电路240包括能量收集装置。在某些情况下,感测电路240的仅一部分设置在均热器230中。在一些情况下,感测元件热耦合至加热元件,以用于感测加热元件的温度,使得当加热元件热耦合至目标区域时,RF传感器标签200从收发器无线接收具有第一形式的第一功率,感测电路240将该第一功率转换为具有不同于第一形式的第二形式的第二功率,并将第二功率递送到加热元件,感测元件感测加热元件温度的时间变化性,并且RF传感器标签200基于加热元件温度的感测到的时间变化性来将目标区域的热特性无线传输至收发器。在一些情况下,第一形式可以是由交变磁场引起的循环交流电和交流电压。在某些情况下,第二形式可以是交流电压和电流的整流形式。在一些实施方案中,通过电容器或其他装置对整流的电压和电流进行滤波可以产生作为第二形式的大致直流电流和电压。第二形式可以另选地是交流电和交流电压,其由感测电路转换成具有与第一形式不同的大小、频率和/或相位。

[0082] 在一些情况下,基板210是柔性的和/或可拉伸的。在一些情况下,RF传感器标签200包括集成电路(IC),该电路包括感测电路240的至少部分。在这种情况下,天线具有在第一端部和第二端部之间的长度,并且IC电连接到天线的第一端部和第二端部。在一些情况下,IC包括存储器、无线收发器和加热元件。在一些其他情况下,IC包括存储器、无线收发器和感测元件。在另外的情况下,IC包括存储器、无线收发器、加热元件和感测元件。

[0083] 在一些实施方案中,均热器230设置在IC的主表面上,并且适于跨目标区域基本上均匀地分布来自加热元件的热量,其中IC的主表面是主要顶表面242和IC 241的主要底表面。在一些情况下,均热器具有与IC的底表面接触的顶表面232,以及用于与目标区域热接触的相背对底表面231,IC的底表面241和均热器230的顶表面232基本上彼此重叠。在一些情况下,均热器230的底表面231的面积大于均热器230的顶表面232的面积。在其它一些情况下,均热器230的底表面231的面积小于均热器230的顶表面232的面积。

[0084] 在一些情况下,加热元件也是温度感测元件。在一些具体实施中,功率的第一形式是AC形式,并且第二形式是DC形式。在一些情况下,第二形式包括第一形式的整流表示。在一些情况下,感测电路240控制第二功率的大小。

[0085] 在一些实施方案中,RF传感器标签从无线收发器无线接收具有第一形式的未知第一功率,并且其中电子电路将该未知第一功率转换为具有不同于第一形式的第二形式的已知第二功率。在一些情况下,感测元件通过生成与加热元件温度具有已知关系的信号来感测加热元件温度的时间变化性。在一些情况下,感测元件通过生成与加热元件温度基本上成比例的信号来感测加热元件温度的时间变化性。在一些具体实施中,当感测电路将第一功率转换为第二功率时,如果第二功率大于最大阈值,则感测电路适于减小第二功率的大小。在一些情况下,感测电路适于通过改变RF传感器标签的谐振频率来改变第二功率的大小。在一些实施方案中,无线传输至收发器的目标区域的热特性包括目标区域的热导率、目标区域的热扩散率和/或目标区域的热容量。

[0086] 在一些实施方案中,RF传感器标签200适于与以第一射频发射功率的远程收发器无线通信,其中感测电路240适于使RF传感器标签200的谐振频率远离第一射频失谐,以控制由RF传感器标签从远程收发器接收的第一功率的大小。在一些情况下,RF传感器标签200适于与以第一射频发射功率的远程收发器无线通信,其中感测电路240适于调谐RF传感器标签的谐振频率远离第一射频,并将失谐的谐振频率调谐回第一射频。在一些情况下,RF传

感器标签200适于与以第一射频发射功率的远程收发器无线地通信,使得如果RF传感器标签200的谐振频率偏离第一射频,则感测电路240适于将RF传感器标签200的偏离的谐振频率调谐回第一射频。

[0087] 通常,当RFID标签的谐振频率与远程收发器发射功率的频率相同时,就会发生从远程收发器到RFID标签的最大功率传递。在一些情况下,当RFID标签紧邻远程收发器时,比RFID标签所需功率更多的功率可能被传递到RFID标签。在这种情况下,RFID标签可感测到可用的多余功率,并且通过使RFID标签谐振频率从远程收发器发射功率的频率失谐而作出反应,从而通过降低功率从远程收发器传递至RFID标签的效率来降低RFID标签可用的功率。失谐导致RFID标签的谐振频率不同于从远程收发器发射功率的频率,其中标签的失谐的谐振频率大于或小于从远程收发器发射功率时所采用的频率。在该示例中,RFID标签的谐振频率取决于RFID标签的调谐电容,该调谐电容与RFID标签的环形天线的电感发生谐振。因此,可以通过改变该电容的值来改变RFID标签的谐振频率。可以通过将附加电容与该电容的基值以并联方式电耦合,或者将并联电容与该电容的基值以电子方式断开来改变该电容。在替代配置中,可以通过将变容二极管与该电容的基值以并联方式耦合,并且通过修改跨变容二极管存在的DC偏压来修改变容二极管的电容,来修改电容的基值。

[0088] 使RFID标签失谐以降低功率从远程收发器传递到RFID标签的效率的另一方法是例如通过降低RFID标签天线的Q因数来降低RFID标签的Q因数。RFID标签天线的Q(或品质因数)是天线中储存的能量与由天线消耗的能量之比,其中能量可以作为磁场而储存,并且由于天线的电阻而作为热而被耗散。虽然许多参数对从远程收发器传递功率到RFID标签的效率有贡献,但是RFID标签天线的Q因数在某些情况下可以直接影响功率传递的效率。可以通过将附加的电阻与RFID标签天线串联耦合,或通过电阻与RFID标签天线并联耦合,来降低RFID标签天线的Q因数。该电阻可由控制器电路控制。在一些情况下,当RFID标签紧邻远程收发器时,比RFID标签所需功率更多的功率可能被传递到RFID标签。在这种情况下,RFID标签可感测可用的多余功率,并且作出如下反应:通过修改耦合至RFID标签天线的电阻,来降低RFID标签天线的Q因数,从而降低RFID标签的Q因数,继而降低从远程收发器传递功率到RFID标签的效率。耦合至RFID标签天线的电子控制的电阻可以用场效应晶体管、变容二极管、晶体管开关或控制电阻的任何模拟或数字装置来实现。

[0089] 图2C是无线感测装置200C的一个实施方案的简化示意图。无线感测装置200C包括基板210、设置在基板210上的天线220、控制电路240C、均热器230C,以及电子耦合至控制电路240C的感测电路250C。感测电路250C设置在均热器230C中。在一些实施方案中,感测电路250C可以包括传感器和热源。在一些情况下,控制电路240C调节感测电路250C中的热源。

[0090] 在图2D所示的一个示例中,控制电路240C包括功率测量电路,以便于调节热源。功率测量电路包括控制器242C、电源244C、连接到热源的电压传感器248C、连接到热源的电流传感器246C。通过将感测到的电流乘以感测到的电压来计算递送到热源的功率。如果所计算的功率高于或低于期望的功率水平,则由控制器对由电源递送到热源的功率进行相应地修改。

[0091] 图3A-图3C示出了具有多个传感器的无线感测装置的一些实施方案的简化示意图;并且图3D是图3A所示无线感测装置的横截面图。如图3A所示的RF传感器标签300A(或称为无线感测装置)包括基板310、天线320、任选的第一均热器330、电子耦合至天线320的第

一感测电路340、任选的第二均热器350,以及电子耦合至天线320的第二感测电路360。第一热区域330和第二热区域350彼此热隔离。第一感测电路和/或第二感测电路(340,360)可以包括收发器、控制电路、能量收集装置、储能装置、热源和传感器的一个或多个部件。在一个实施方案中,感测电路340提供参考感测信号,而感测电路360与感兴趣对象热接触,并提供指示温度的感测信号。在一些情况下,感应加热将导致热隔离区域330上的温度上升得比与对象热接触的热区域350更多,从而允许差分测量,其得出热源的输入功率的变化。例如,在无线感测装置包括与RF读取器一起使用的RFID标签的情况下,可用的输入功率可以随以下因素而变化:RF读取器磁场参数、相对于RF读取器频率的RFID标签共振频率、参数随环境因素而发生的变化,或其他因素。

[0092] 在一些情况下,第一感测电路340包括设置在基板上的第一IC 342,并且第二感测电路360包括第二IC 362,其中每个IC电耦合至天线320。在一些实施方案中,第一感测电路340包括第一加热元件344,并且第二感测电路360包括第二加热元件364,其中每个加热元件加热相应的第一目标区域和第二目标区域,并且电耦合至相应的第一IC和第二IC(342,362)。在一些情况下,第一目标区域和第二目标区域中的每个目标区域具有热特性,其中第一目标区域的热特性是已知的,并且第二目标区域的热特性是未知的。在一些情况下,第一目标区域设置在基板310上并且热耦合至第一加热元件344,其中第一加热元件和第一目标区域与第二加热元件热隔离并且适于与第二目标区域热隔离。

[0093] 在一些实施方案中,第一感测电路340包括第一温度感测元件346,并且第二感测电路360包括第二温度感测元件366,其中每个感测元件(346,366)热耦合至相应的第一加热元件和第二加热元件(344,364),以用于感测对应的加热元件(344,364)的温度。

[0094] 在一些实施方案中,当第二加热元件364热耦合至第二目标区域时,RF传感器标签300A从收发器无线接收具有输入形式的输入功率,第一IC和第二IC(342,362)将该输入功率转换成分别具有不同于输入形式的第一形式和第二形式的相应第一功率和第二功率,并且将第一功率和第二功率递送到对应的加热元件(344,364)。在一些情况下,第一感测元件和第二感测元件(346,366)感测对应的加热元件温度的时间变化性,并且RF传感器标签300A基于将第一加热元件温度和第二加热元件温度的时间变化性进行比较来向收发器无线地传输第二目标区域的热特性。在一些情况下,RF传感器标签300A包括具有第一IC和第二IC(342,362)的IC。

[0095] 在一些情况下,第一功率和第二功率具有彼此已知的比率。例如,第一功率的大小等于第二功率的大小。又如,第一功率的大小是第二功率的大小的三分之一。在一些情况下,第一功率和/或第二功率与输入功率具有已知的比率。例如,第一功率的大小是输入功率的大小的三分之一。在一些实施方案中,输入功率为AC形式。在一些情况下,第一形式和/或第二形式是AC形式。在一些其他情况下,第一形式和/或第二形式是DC形式。

[0096] 在图3B所示的示例中,无线感测装置300B包括基板310、设置在基板310上的天线320、第一均热器330、设置在第一均热器330中并且电子耦合至天线320的第一感测电路340、第二均热器350、和第二感测电路360、第三感测电路362,以及设置在第二均热器350中的第四感测电路364。第一均热器330和第二均热器350是热隔离的。感测电路360,362和364在空间上是独立的。感测电路(340,360,362和364)可以包括收发器、控制电路、热源、能量收集装置、储能装置和传感器的一个或多个部件。在一个实施方案中,感测电路340提供参

考感测信号,而感测电路360,362和364与感兴趣对象热接触,并且提供指示对象各个部分的温度的感测信号。在一些情况下,感测电路360,362和364可置于表面上或三维空间中的任何期望位置或任意位置处。

[0097] 在图3C所示的示例中,无线感测装置300C包括基板310、设置在基板310上的天线320、第一感测电路360C,以及第二感测电路366C。在一些实施方案中,无线感测装置300C包括感测区域350。第一感测电路和/或第二感测电路(360C,366C)可以包括收发器、控制电路、能量收集装置、储能装置、热源和传感器的一个或多个部件。在一些实施方案中,第一感测电路360C和第二感测电路366C具有已知的相对位置。在一些情况下,第一感测电路360C包括热源和传感器,而第二感测电路366C包括传感器,但不包括热源。在这种情况下,第二感测电路366C可以在时域或频域中提供指示对第一感测电路360C中的热源激活的响应的测量。

[0098] 图4A示出了具有多个传感器和/或多个RF装置的无线感测装置的一个实施方案的简化示意图。如图4A所示的RFID标签400A包括基板410、第一RF装置412和第二RF装置414,其中RF装置412和414均设置在基板410上。第一RF装置412包括第一天线420和电子耦合至第一天线420的第一电路440。在一些情况下,第一电路440设置在任选的第一感测区域430中。类似地,第二RF装置414包括第二天线425和电子耦合至第二天线425的第二电路445。在一些情况下,第二电路445设置在任选的第二感测区域435中。第一电路和/或第二电路(440,445)可以包括收发器、控制电路、能量收集装置、储能装置、激发装置和传感器的一个或多个部件。在一个实施方案中,第一电路和第二电路(440,445)提供差分或空间现象的传感器数据,其中可以经由RFID标签400的配置来控制传感器的空间分布。图4A所示的实施方案示出了设置在同一平面上的两个天线。在一些情况下,与感测电路耦合的两个或多个天线可以设置在不同的表面上,或者以一个天线与另一天线重叠的方式设置。

[0099] 在图4A所示的示例中,无线感测装置并入有可以改变谐振频率的两个谐振电路。例如,对于具有一个或多个导体匝数的两个环形天线来说,当这两个不同的环形天线在平面线圈配置中彼此靠近的情况下,二者的磁耦合 $k$ 可以使谐振以较低的频率发生,如图8A所示。在设计包含两个谐振电路的无线感测装置时,可以通过两个电路之间的相对取向来控制磁耦合。因为耦合可受控制,所以可对电子部件进行选择,使得所得到的谐振频率在期望的频率范围内。例如,对于负载电容为50pF并且期望的所得谐振频率为13.56MHz的单谐振电路,表1示出了基于磁耦合( $k$ )的谐振频率和电感变化的偏移。

[0100] 表1

[0101]

电容(pF)	期望频率(MHz)	磁耦合, $k$	单个电路频率(MHz)	每个天线的电感( $\mu$ H)
50	13.56	0	13.56	2.76
50	13.56	0.3	15.46	2.12
50	13.56	0.5	16.61	1.84
50	13.56	0.7	17.68	1.62

[0102] 在一些实施方案中,第一天线和第二天线(420,425)彼此磁耦合。在一些情况下,RFID标签400A旨在具有预定的谐振频率,第一RF装置和第二RF装置(412,414)中的每个RF装置在另一者不存在的情况下被设计成具有与预定的频率不同的谐振频率,从而导致RFID

标签400A具有预定的谐振频率。在一些情况下,磁耦合的第一天线和第二天线(420,425)的磁耦合因数的大小至少为0.1。在一些情况下,磁耦合的第一天线和第二天线(420,425)的磁耦合因数的大小介于0.1和0.9之间。在一些情况下,每个不同RF装置(412,414)的谐振频率与标签谐振频率相差至少5%。在一些情况下,RF装置(412,414)具有相同的谐振频率。在一个实施方案中,第一RF装置和第二RF装置(412,414)被构造成将不同的第一信息和第二信息从相应的第一电路和第二电路(440,445)传送到相同的远程收发器。在一种配置中,多个IC中的至少一个IC(440或445)电耦合至多个天线中的仅一个天线。

[0103] 在一个实施方案中,第一电路和第二电路(440,445)是集成电路(IC)。在一些情况下,第一天线和第二天线(420,425)电耦合至设置在基板上的相应第一集成电路(IC)和第二集成电路(IC)(440,445)。

[0104] 在一些情况下,第一天线和第二天线(420,425)电耦合至设置在基板上的同一集成电路(IC)。在一些情况下,每个IC(440,445)具有不同的标识号。

[0105] 在一些配置中,第一天线和第二天线(420,425)在垂直于基板的方向上相对于彼此垂直偏移。在某些情况下,第一天线和第二天线(420,425)中的每个天线基本上与第一天线和第二天线中的另一个天线重叠。在一些实施方案中,第一天线和第二天线(420,425)基本上相同。

[0106] 在图4B所示的示例中,在平面图中,第一天线和第二天线(420,425)彼此重叠。在一些配置中,基板410具有由基板的最外周包围的顶表面区域,并且在平面图中,第一天线和第二天线(420,425)在基板的顶表面区域的大部分上延伸。

[0107] 图5示出了具有多个传感器和单个天线的无线感测装置的一个实施方案的简化示意图。无线感测装置500包括基板510、天线520、电子耦合至天线520的第一控制电路530、电子耦合至第一控制电路530的第一感测电路540、耦合至天线520的第二控制电路550,以及电子耦合至第二控制电路550的第二感测电路560。第一控制电路和/或第二控制电路(530,550)可包括收发器、微处理器、存储唯一标识符的存储器、能量收集装置、储能装置的一个或多个部件。第一感测电路和/或第二感测电路(540,560)可包括激发装置和传感器的一个或多个部件。在包括激发装置的感测电路的实施方案中,感测电路中的传感器在激发装置激活之前和/或之后生成感测信号。在一些实施方案中,第一感测电路和第二感测电路(540和560)响应于差分或空间现象的传感器数据而提供感测信号,其中传感器的空间分布可经由无线感测装置500的配置来控制。

[0108] 图6A示出了移动感测系统600的一个实施方案。移动感测系统600包括移动装置610和一个或多个无线感测装置620。无线感测装置620可使用本公开中描述的无线感测装置配置中的任何一种或使用其组合。在所示实施方案中,无线感测装置620包括天线635、能量收集装置630、激发装置640和传感器650。在某些情况下,能量收集装置630电子耦合至激发装置640以向激发装置640提供功率。在一些实施方案中,无线感测装置620被构造成测量对象的热特性,并且当询问无线感测装置时传输与温度相关联的数据信号。例如,无线感测装置620与感兴趣对象热接触。又如,无线感测装置620是可穿戴电子装置,其在穿戴时将贴近人体皮肤。读取器618连接到移动装置610或与移动装置610集成,该移动装置被构造成询问无线感测装置并接收数据信号。移动装置610中的处理器(图6A中未示出)电子耦合至读取器。该处理器被构造成基于数据信号来确定对象的热特性。

[0109] 在一些实施方案中,可通过来自能量收集装置630或有意辐射源的功率调制来调节激发装置。在某些情况下,无线感测装置620是射频(RF)感测装置,并且读取器618是RF读取器。在一些实施方案中,RF读取器可改变其电磁场输出的占空比和/或幅度,以选择性地改变施加到无线感测装置620的功率量。作为另一个示例,移动装置610可向无线感测装置620提供光源。在此类示例中,移动装置LED可改变针对无线感测装置620的光输出的占空比或幅度。此类调制可基于感测信息或功率信息或者该二者传送给读取器618或移动装置610来进行。另选地,可基于RF读取器对阻抗的测量来进行此类调制。在某些情况下,可使用所测量阻抗的各种参数,诸如谐振频率、谐振品质因数和阻抗幅度的最大值来推断传递至无线感测装置620的功率量;该推断可因变量而具有重要性,所述变量为诸如基于几何、对准和相对取向,以及基于由于环境因素而引起的共振参数的变化的读取器和电路之间的耦合。

[0110] 在图6A的示例中,移动装置610被示出为移动电话。然而,在其他示例中,移动装置610可以是平板计算机、个人数字助理(PDA)、膝上型计算机、媒体播放器、电子书读取器、可穿戴计算装置(例如,手表、眼镜、手套)或适用于执行本文所述技术的任何其他类型的移动或非移动计算装置。

[0111] 图6B所示框图示出了移动感测系统的示例,该移动感测系统包括根据本文所描述的技术而工作的移动装置610和无线感测装置620。为了示例的目的,将相对于图6A的移动装置610描述图6B的移动装置,并且无线感测装置620的具有相同标记的部件可具有相同或类似的配置、组成、功能和/或关系,如图6A中对应的部件。

[0112] 在该示例中,移动装置610包括为该装置的操作提供核心功能的各种硬件部件。例如,移动装置610包括被构造成根据可执行指令(即程序代码)操作的一个或多个可编程处理器670,该可执行指令通常存储于计算机可读介质或数据存储装置668中,诸如静态随机存取存储器(SRAM)装置或闪存装置。I/O 676可包括一个或多个装置,诸如键盘、相机按钮、电源按钮、音量按钮、主页按钮、返回按钮、菜单按钮,或呈现装置。移动装置610可包括未在图6B中示出的另外的分立的数字逻辑或模拟电路。

[0113] 一般来讲,操作系统664在处理器670上执行,并且为包括传感器应用程序678的一个或多个用户应用程序677(常常称为“应用程序”)提供操作环境。用户应用程序677可例如包括存储于计算机可读存储装置(例如,数据存储装置668)中以供处理器670执行的可执行程序代码。作为其他示例,用户应用程序677可包括固件,或在一些示例中可在分立逻辑中实现。

[0114] 在操作中,移动装置610从无线感测装置620接收数据。例如,读取器618可询问无线感测装置620并接收感测信号,并将该感测信号提供给处理器670。通常,移动装置610将传感器数据存储于数据存储装置668中,以供传感器应用程序678和/或其他用户应用程序677访问和处理。

[0115] 可基于由热传感器收集的数据来确定对象或材料的热特性,例如在图6A中所示的感测系统中或在图1A中所示的感测装置。例如,可通过了解作为时间函数的输入功率和温度曲线,以及包括分析框架和与几何形状、其他材料特性等相关的参数的校准信息,来确定与热源热接触的材料的导热率、热扩散率和热容量。可类似地确定复合材料的有效热特性。

[0116] 计算与热源热接触的材料的导热率和热扩散率的一种方法是使用瞬态平面热源

(TPS) 分析。当热源可表示为平面源时,通常采用该方法。实验由对热源施加功率以及测量功率和温度-时间曲线组成。所测量的温度-时间曲线的示例如图8B所示。正方形平面的瞬态加热已被示出遵循公式(1):

$$[0117] \quad \Delta T(\tau) = \frac{P_0}{4a \cdot \sqrt{\pi} \cdot k} H(\tau), \quad (1)$$

[0118] 其中  $\Delta T(\tau)$  是加热器的平均温度上升,  $P_0$  是施加的功率,  $2a$  是正方形热源的一侧的长度,  $k$  是与加热器热接触的材料各向同性热导率,  $H(\tau)$  是无量纲的特定时间常数, 并且  $\tau$  定义在公式(2):

$$[0119] \quad \tau = \left( \frac{\alpha t}{a^2} \right)^{1/2}, \quad (2)$$

[0120] 其中  $\alpha$  是与加热器热接触的材料的热扩散率, 并且  $t$  是时间。  $H(\tau)$  是无量纲的特定时间常数, 并且可计算为公式(3):

$$[0121] \quad H(\tau) = \int_0^\tau dv \left\{ \operatorname{erf}(v^{-1}) - \pi^{-1/2} v [1 - \exp(-v^{-2})] \right\}^2 \quad (3)$$

[0122] 热导率可确定自公式(4):

$$[0123] \quad k = \frac{P_0}{4a \cdot \sqrt{\pi} \cdot \Delta T_{ss}} H(\tau = \infty), \quad (4)$$

[0124] 其中  $\Delta T_{ss}$  是稳态温度变化。根据图8B, 该稳态温度变化为  $10.59^\circ\text{C}$ 。其中  $a = 0.0025\text{m}$ , 施加的恒定功率为  $0.01\text{W}$ , 并且  $H(\tau = \infty)$ , 计算出周围材料的热导率为  $0.044\text{W/mK}$ 。

[0125] 可通过迭代方法从全温度-时间响应来计算热扩散率, 以使用最小二乘拟合方法(可使用其他方法)将公式(1)拟合到图8B中的数据集。利用该方法, 确定热扩散率为  $20 \times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ 。

[0126] 如果周围材料的密度已知, 则可计算周围材料的热容量 ( $C_p$ ), 根据公式(5)

$$[0127] \quad C_p = \frac{k}{\rho \alpha}, \quad (5)$$

[0128] 例如, 如果周围材料的密度为  $1200\text{g/m}^3$ , 则周围材料的热容量为  $1.83\text{J/gK}$ 。有关热特性测量的更多信息可例如在 Gustafsson S.E 的期刊文章“用于固体材料的热导率和热扩散率测量的瞬态平面源技术”, 《科学仪器评论》, 1991年, 第62卷, 第797页至804页 (Transient plane source techniques for thermal conductivity and thermal diffusivity measurements of solid materials, Rev.Sci.Instrum., Volume 62, pp.797-804, 1991) 中找到, 其全部内容以引用方式并入本文。

[0129] 图6C示出了无线感测系统600C的一个实施方案。无线感测系统600C包括读取器618C和可测量对象的物理特性的一个或多个无线感测装置620C(即, 所示的一个感测装置)。在某些情况下, 无线感测系统600C包括计算装置610C, 其中读取器618C连接到计算装置610C或与该计算装置集成。计算装置610C可包括一个或多个处理器、微处理器、计算机、服务器和其他外围设备。无线感测装置可使用本公开中描述的无线感测装置配置中的任何一种或使用其组合。在所示实施方案中, 无线感测装置620C包括无线装置630C, 该无线装置包括无线收发器632C和电子耦合至无线收发器632C的天线635C、激发装置640C以及电子耦

合至无线收发器632C的传感器650C。在某些情况下,天线635C电子耦合至激发装置640C以向激发装置640C提供功率。在其他一些情况下,读取器618C向无线感测装置620C传输激活信号615C,以激活激发装置640C。在一些实施方案中,传感器650C生成与对象的物理特性相关联的感测信号,并且无线收发器632C被构造成经由天线635C传输与感测信号相关联的数据信号613C。读取器618C被构造成接收数据信号613C。在一些实施方案中,计算装置610C被构造成基于数据信号613C来确定对象的物理特性。在一些具体实施中,读取器618C还被构造成基于数据信号613C来调整激活信号615C。

[0130] 例如,无线感测装置620C包括热源640C和热传感器650C,其中热源640C和热传感器650C与感兴趣对象热接触。在某些情况下,无线感测装置620C可使用热变阻器作为热源640C和热传感器650C两者。当功率递送至该电阻器时,其产生热能,并且可使用该相同电阻器的电阻测量来测量温度。当使用它来产生热激发时,向该电阻器递送相对大量的功率是有益的。在测量电阻器的电阻时,可将相对较小的功率递送至该电阻器,以使温度测量期间的加热最小化。

[0131] 控制递送至该电阻器的功率对于确定无线感测装置所附接到的对象的热特性是有用的。图8C是表示对递送到热源的功率进行控制的有效性的概念性示例。该示例包括三个顺序时间间隔:从0秒至0.1秒的时间间隔1、从0.1秒至0.5秒的时间间隔2、以及从0.5秒至1.0秒的时间间隔3。在时间间隔1和3期间,递送到电阻器的功率相对较小,但足以测量电阻以确定温度。在时间间隔2期间,递送至电阻器的功率相对较大,即10mW。在时间间隔2期间,可看到电阻器的电阻从10欧姆增加至近11欧姆。在时间间隔3期间,可看到电阻器的电阻从近11欧姆下降至略高于10欧姆。热特性诸如电导、容量和扩散性等可诸如使用所描述的TPS分析从这些类型的曲线确定。

[0132] 在一些实施方案中,读取器618C和/或无线感测装置620C中的控制电路随时间的推移控制激发的大小(即供应至激发装置的功率)。在某些情况下,读取器618C和/或无线感测装置620C中的控制电路响应于所测量的传感器信号随时间的变化来控制激发。例如,如果传感器信号的变化不充分,则读取器618C和/或无线感测装置620C中的控制电路可增加激发的幅度或持续时间;并且如果传感器信号的变化较大,则读取器618C和/或无线感测装置620C中的控制电路可减小激发的幅度或持续时间,例如以确保响应保持在传感系统的动态范围内。在某些情况下,读取器618C和/或无线感测装置620C中的控制电路通过提供具有已知值或已知功率-时间曲线的恒定功率来控制激发。

[0133] 图6D示出了具有多于一个无线感测装置的无线感测系统600D的一个实施方案;无线感测系统600D包括读取器618D和三个或更多个感测装置620D。在某些情况下,无线感测系统600D包括计算装置610D,其中读取器618D连接到计算装置610D或与该计算装置集成。计算装置610D可包括一个或多个处理器、微处理器、计算机、服务器和其他外围设备。感测装置620D可使用本公开中描述的无线感测装置配置中的任何一种或使用其组合。在一些实施方案中,读取器618D被构造成将激活信号传输至感测装置620D中的至少一些感测装置,以激活感测装置620D中的激发装置(未示出)。此外,读取器618D被构造成从感测装置620D接收数据信号。在某些情况下,感测装置620D中的至少一些感测装置设置在彼此不同的位置。在一些配置中,读取器618D被构造成以与感测装置620D的位置相关的模式来协调激活信号至每个感测装置620D的传输,例如单独、同时或以其他时间或空间模式来激活激发装

置。

[0134] 在一些实施方案中,感测装置620D中的至少一些感测装置邻近对象设置,并且计算装置610D被构造成基于由感测装置620D生成的数据信号来确定对象的物理特性。在某些情况下,感测装置620D中的至少一个感测装置被构造成传输对应于参考传感器信号的参考数据信号,该参考传感器信号与对象的物理特性无关,并且计算装置610D使用该参考数据信号来确定对象的物理特性。

[0135] 在一些实施方案中,一些感测装置620D仅包括激发装置,但不包括传感器,也称为致动装置。在某些情况下,致动装置设置在与包括传感器的感测装置不同的位置处。在此类实施方案中,读取器618D被构造成将激活信号615D传输至致动装置,以激活激发装置并从感测装置接收数据信号613D。

[0136] 图7A示出了无线感测装置和/或系统的一个实施方案的操作的示例性流程图,例如图1A中所示的无线感测装置或图6A中所示的无线感测系统。首先,能量收集装置接收并转换功率(步骤710A)。接下来,传感器产生指示温度 $T(0)$ 的初始传感器信号(步骤715A)。能量收集装置向热源提供功率(步骤720A),其还可以任何顺序与步骤715A几乎同时发生。然后,传感器生成指示温度 $T(n)$ 的传感器信号(步骤725A)。无线感测系统中的控制电路或接收传感器信号的计算装置计算指示温度差 $\Delta T = T(n) - T(0)$ 的信号和指示温度变化率 $dT/dn = T(n) - T(n-1)$ 的信号(步骤730A)。控制电路或计算装置确定是否达到了热稳态,其中 $dT/dn$ 小于或等于预定的阈值和/或其他条件。如果未达到稳态,则传感器继续生成指示温度的传感器信号 $T(n)$ (步骤725A)。如果达到了稳态,则控制电路或计算装置基于 $\Delta T$ 来计算热特性(步骤750A),并且可去激活热源。

[0137] 图7B示出了无线感测装置或具有两个传感器的系统的一个实施方案的操作的示例性流程图,例如图1B中所示的无线感测装置或图6D中所示的无线感测系统。在一些实施方案中,在无线感测装置或系统中可包括多于两个传感器,以使用类似的步骤来确定热特性。首先,能量收集装置接收并转换功率(步骤710B)。接下来,两个传感器生成指示温度 $T_1(0)$ 和 $T_2(0)$ 的初始传感器信号(步骤715B)。能量收集装置向一个或多个热源提供功率(步骤720B),其还可以任何顺序与步骤715B几乎同时发生。然后,传感器生成指示表示温度的温度 $T_1(n)$ 和 $T_2(n)$ 的传感器信号(步骤725B)。无线感测系统中的控制电路或接收传感器信号的计算装置计算指示相对于由两个传感器分别测量的初始温度的温差的信号( $\Delta T_1 = T_1(n) - T_1(0)$ ,  $\Delta T_2 = T_2(n) - T_2(0)$ ),以及指示由两个传感器分别测量的温度变化率的信号( $dT_1/dn = T_1(n) - T_1(n-1)$ ,  $dT_2/dn = T_2(n) - T_2(n-1)$ )(步骤730B)。控制电路或计算装置确定达到热稳态的位置,其中 $dT_1/dn$ 和/或 $dT_2/dn$ 小于预定的阈值和/或其他条件。如果未达到稳态,则传感器继续生成传感器信号 $T_{1,2}(n)$ (步骤725B)。如果达到了稳态,则控制电路或计算装置基于 $\Delta T_{1,2}$ 来计算一个或多个热特性(步骤750B),并且可去激活热源。

[0138] 图9A示出了水合感测系统900的一个实施方案。水合感测系统900包括计算装置910、读取器918和一个或多个无线感测装置920,该水合感测系统可设置成与人的皮肤960热接触或者可用于确定材料的液体含量。在某些情况下,读取器918连接至计算装置910或与该计算装置集成。计算装置910可包括一个或多个处理器、微处理器、计算机、服务器和其他外围设备。无线感测装置920可使用本公开中描述的无线感测装置配置中的任何一种或使用其组合。在所示实施方案中,无线感测装置920包括基板930、RF电路932、设置在基板

930上并电子耦合至RF电路932的天线935、热源940,以及热耦合至热源940以用于感测热源940的温度的传感器950。在一些实施方案中,当热源940热耦合至目标区域时,无线感测装置920从收发器无线接收具有第一形式的第一功率,RF电路932将该第一功率转换为具有不同于第一形式的第二形式的第二功率,并将该第二功率递送到热源940,传感器950感测热源温度的时间变化性,并且RF电路932无线传输热源温度的感测到的时间变化性。读取器918被构造成接收热源温度的感测到的时间变化性,并且计算装置910被构造成基于热源温度的感测到的时间变化来确定指示水合程度的水合指示符。在一些实施方案中,无线感测装置920包括处理器,该处理器用于基于热源温度的感测到的时间变化来确定指示水合程度的水合指示符。

[0139] 图9B示出了在恒定输入功率之前、期间和之后,热源的示意性温度-时间曲线。曲线的时间比例和温度上升是热源的所施加功率、形状和热特性,以及与热源热接触的周围材料的热特性的函数。对于定量的热测量,需要热源的热特性和几何特性。如图9B所示,温度-时间曲线可被分成三个不同的区域。第一区域是观察到温度上升的非稳态加热区域。从该区域,可根据温度升高率来确定周围材料的热扩散率。曲线的第二个区域是稳态区域;为达到最大和稳态温度的区域。对于该区域,可确定周围材料的热导率。稳态下的温度与材料的热导率成反比变化。第三区域是移除对热源施加的功率之后的非稳态冷却区域。类似于第一区域,温度降低的速率可用于测量周围材料的热扩散率。图9B示出了加热器的温度-时间曲线,但本文所描述的实施方案适用于作为冷却器的热源。

[0140] 在某些情况下,材料或对象的有效热特性可取决于含水量。例如,具有生物细胞和组织的人类或其他哺乳动物的皮肤区域以及特定部分的水,其中皮肤区域的有效热导率将相对于该区域中的水与组织的比率而变化。可通过查找表或基于热扩散率、热导率、热容量或它们的组合的一个或多个测量值或与所述一个或多个值成比例的指数的分析公式来确定皮肤的水分(或水合)水平的确定。例如,干燥的人体皮肤的热导率可为大约0.2-0.3W/m-K;正常的人体皮肤的热导率可为大约0.3-0.4W/mK;水合的人体皮肤的热导率可为大约0.4-0.55W/m-K;并且人体出汗时的热导率可在0.55-0.7W/m-K的范围内。

[0141] 例如,在“皮肤导热性皮肤血流和皮肤含水量的可靠指数”,A.DITTMAR, Laboratory of Thermoregulation,U.A.181 C.N.R.S.,法国里昂,1989年4月5日(Skin Thermal Conductivity A Reliable Index of Skin Blood Flow and Skin Hydration,, Lyon,France, April 5,1989)中讨论了一种分析方法,据报道该方法从皮肤的热导率( $k_{\text{皮肤}}$ )测量皮肤的含水量,通过公式(6)

$$[0142] \quad \% \text{水含量} = \frac{1}{6} (k_{\text{皮肤}} - \%(\text{脂质} + \text{蛋白质})1.8) \quad (6)$$

[0143] 图7C中示出了使用本文所描述的任何无线感测装置或任何无线感测系统来确定水合程度的示例性流程图。一些步骤,例如步骤710C、步骤727C是感测系统的可选步骤。首先,无线感测装置在激活热源之前或当刚刚激活热源时生成第一传感器信号(步骤710C)。接下来,激活热源(步骤715C)。无线感测装置生成一系列感测信号(步骤720C)。无线感测装置或系统基于一系列感测信号中的至少一些感测信号来确定热特性(步骤730C)。热特性可包括例如导热性、热容量、热扩散性等。无线感测装置或系统还基于所确定的热特性和参考数据生成指示对象的水合程度的水合指示符(740C)。参考数据可以是分析函数、查找表、矩阵、常数或其组合。

[0144] 在某些情况下,无线感测系统或系统使用例如传感器信号的变化率小于预定的阈值的串联信号来评估是否达到了热稳态(步骤723C)。在某些情况下,无线感测装置或系统基于第一传感器信号和在达到热稳态之时或之后生成的传感器信号来确定对象的热导率,其中基于热导率来生成水合指示符。在一些实施方案中,在达到热稳态之后,热源被去激活(步骤725C)。感测装置在热源被去激活之后生成一系列冷却感测信号(步骤727C)。在某些情况下,无线感测装置或系统基于一系列冷却感测信号中的至少一些冷却感测信号来确定对象的热扩散率,其中基于热扩散率来生成水合指示符。

[0145] 在一些实施方案中,如图9C和图9D所示,无线感测装置920C可被设计成测量液体含量。无线感测装置920C包括可吸收液体的吸收元件945,诸如汗液、伤口渗出物、冷凝物、出汗、油等。在如图9C所示的实施方案中,吸收元件945与热耦合至传感器950的热源940热接触。图9D示出了无线感测装置920C的另一个示例,其包括与热源940和热传感器950热接触的吸收元件945,该热传感器例如可以是集成部件。在某些情况下,吸收元件945和热源940/热传感器950彼此邻近设置并形成热接触。在一些其他情况下,吸收元件945和热源940/热传感器950物理接触。在某些情况下,热源940/热传感器950设置在吸收元件945上或至少部分地设置在吸收元件945中。吸收元件可包括一种或多种吸收材料,例如多孔材料、天然或合成海绵、吸水凝胶、超吸收性聚合物、形式、纱布、无纺布贴片等。海绵可由纤维素、聚酯或其他聚合物制成。超吸收聚合物可包括例如聚丙烯酸酯/聚丙烯酰胺共聚物、聚乙烯醇共聚物。无线感测装置920C可包括其他部件,例如图9A中所示的无线感测装置920中的部件。

[0146] 在一个实施方案中,无线感测装置920C是RF传感器,其包括基板、设置在基板上的天线、电耦合至天线的RF电路,该RF电路包括处理器;包括吸收材料的吸收元件(例如,945)、电耦合至RF电路并热耦合至吸收元件的热源(例如,940),以及热耦合至热源940的感测元件(例如,950),该感测元件用于感测热源的温度,使得在吸收元件用于吸收液体之后,RF传感器从收发器无线接收具有第一形式的第一功率,RF电路将该第一功率转换为具有不同于第一形式的第二形式的第二功率,并将该第二功率递送到热源,感测元件感测热源温度的时间变化性,并且处理器基于热源温度的感测到的时间变化性来确定指示液体含量的指示符。无线感测装置或系统可使用如图7C所示的类似流程图来收集传感器数据并确定指示液体含量的指示符。

[0147] 实施例

[0148] 实施例1

[0149] 无线感测系统-组件和温度上升速率

[0150] 如图10所示,以如下方式装配无线感测装置1000。具有购自美国明尼苏达州锡夫里弗福尔斯的得捷公司(Digikey of Thief River Falls,MN)的温度传感器1020的5.0mm×5.0mm×0.9mm AMS SL13A封装的RFID集成电路电连接至环形天线1030,该天线由购自美国明尼苏达州锡夫里弗福尔斯的得捷公司(Digikey of Thief River Falls,MN)的实心漆包26AWG铜线构成。该环形天线1030由直径为90mm的实心漆包26AWG铜线的四个圆形匝制成。具有温度传感器1020的AMS SL13A封装的RFID集成电路还与购自美国明尼苏达州锡夫里弗福尔斯的得捷公司(Digikey of Thief River Falls,MN)的值为850Ω的1.0mm×0.5mm×0.4mm 0402尺寸的电容器1050电连接。环形天线1030连接到引脚5和引脚6(“ANT1”

和“ANT2”),并且电阻器跨具有温度传感器1020的AMS SL13A封装的RFID集成电路的端子3 (“VEXT”)和端子12 (“VSS”)连接。

[0151] 当电压(V)达到最大值3.4V时,选择表面贴装电阻器的值来将热源电流(I)限制在最大规定值4mA。这在无线感测系统1000位于由读取器发出的最大磁场并在电阻器中提供13.6mW(例如, $P=VI$ )的热源功率时发生。通常,在真空中耗散13.6mW或对周围环境具有最小热传递的0402尺寸的电阻器部件将经历约每秒22.6°C的初始温度上升速率。或者,如果处于类似的环境条件并与具有温度传感器1020的AMS SL13A封装的RFID集成电路热连接,则由于SL13A封装的体积大得多,初始温度上升速率将降低至每秒约0.4°C。分别基于氧化铝和硅的热容量来计算温度上升速率,利用公式(6):

$$[0152] \quad \frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{P}{(c_p \times \rho \times V)} \quad (6)$$

[0153] 其中 $\Delta T$ 是以°C为单位的温度, $\Delta t$ 是以秒为单位的时间,P是以焦耳/秒为单位的功率, $c_p$ 是以克/克-°C为单位的比热容, $\rho$ 是以克/立方毫米为单位的质量密度,并且V是以立方毫米为单位的体积。计算参数和结果见表2。

[0154] 表2

[0155]

参数	0402电阻器	SL13A封装
功率(J/s)	1.36E-2	1.36E-2
比热容(J/g-°C)	8.8E-1	7.0E-1
密度(g/cm <sup>3</sup> )	3.90	2.33
厚度(mm)	3.5E-1	9.0E-1
面积(mm <sup>2</sup> )	5.0E-1	2.5E1
体积(mm <sup>3</sup> )	1.75E-1	2.25E1
体积(cm <sup>3</sup> )	1.75E-4	2.25E-2
$\Delta T / \Delta t$ (°C/s)	2.26E1	3.71E-1

[0156] 无线感测装置1000的预期用途将是当与感兴趣材料(例如,人体皮肤)接触时测量有效局部热导率。在此类情况下,所感应的稳态温度上升将是以瓦特为单位的输入功率P和以°C/W为单位的热阻 $R_{th}$ 的乘积,示出于公式(7):

$$[0157] \quad \Delta T = P \times R_{th} \quad (7)$$

[0158] 具有13.6mW的加热,并且最小相对温度测量分辨率(最小 $\Delta T$ 分辨率)为0.3°C时,该装置可测量低至22°C/W的热阻(最小可测量 $R_{th}$ ),并且该热阻可高达无线感测装置1000的极限最高温度允许的热阻;对于在其标准模式下具有60°C温度测量极限的AMS SL13A,13.6mW的加热的最大可测量热阻为约3000°C/W,对应于高于环境温度20°C的40°C的稳态偏移。如表3和表4所示,较小的温度分辨率或较大的输入功率将降低最小可测量热阻。本文先前所描述的瞬态平面热源方法是一个示例,其中热阻 $R_{th}$ 的值是由加热器元件的横向尺寸和常数因数的比例确定的材料的有效热导率的倒数。

[0159] 表3

功率输入 (W)	最小 $\Delta T$ 分辨率 ( $^{\circ}\text{C}$ )	最小可测量 $R_{th}$ ( $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ )
1.36E-2	3.0E-1	2.2E1
1.36E-2	1.0E-1	7.4
1.36E-2	5.0E-2	3.7
1.36E-2	2.0E-2	1.5
1.36E-2	1.0E-2	7.4E-1
1.36E-2	5.0E-3	3.7E-1
1.36E-2	2.0E-3	1.5E-1
1.36E-2	1.0E-3	7.0E-2

[0161] 表4

功率输入 (W)	最小 $\Delta T$ 分辨率 ( $^{\circ}\text{C}$ )	最小可测量 $R_{th}$ ( $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ )
1.0	1.0E-1	1.0E-1
2.0	1.0E-1	5.0E-2
5.0	1.0E-1	2.0E-2
1.0E1	1.0E-1	1.0E-2
2.0E1	1.0E-1	5.0E-3
5.0E1	1.0E-1	2.0E-3
1.0E2	1.0E-1	1.0E-3

## [0163] 实施例2

## [0164] 无线感测系统-微分

[0165] 如图11所示,具有第一集成电路和第二集成电路的无线感测装置电连接到单个天线,该第一集成电路和第二集成电路各自具有唯一标识号。以如下方式装配无线感测装置1100。具有购自美国明尼苏达州锡夫里弗福尔斯的得捷公司(Digikey of Thief River Falls, Mn)的温度传感器1120,1122的两个 $5.0\text{mm} \times 5.0\text{mm} \times 0.9\text{mm}$  AMS SL13A封装的RFID集成电路通过FR4接口板1160电连接至环形天线1130,该环形天线由购自美国明尼苏达州锡夫里弗福尔斯的得捷公司(Digikey of Thief River Falls, MN)的实心漆包26AWG铜线构成,该FR4接口板1160具有铜焊盘和被构造允许天线1130和集成电路1120,1122并联的迹线。将具有温度传感器1120,1122的两个AMS SL13A封装的RFID集成电路连接到接口板1160,该接口板具有购自美国明尼苏达州锡夫里弗福尔斯的得捷公司(Digikey of Thief River Falls, MN)的实心漆包短34 AWG铜线。环形天线1130由具有直径为60mm的实心漆包26 AWG铜线的四个圆形匝制成。环形天线1130被设计为在13.56MHz下以 $2.75\mu\text{H}$ 的预期电感和50pF的电容谐振。直径为60mm的圆形线圈的实际环形天线电感高于预期值,并产生约13.17MHz的谐振,因此如图11所示,通过将圆形天线压缩成椭圆形来减小其电感以实现13.56MHz附近的标签谐振。环形天线1130通过接口板1160连接至具有温度传感器1120,1122的AMS SL13A封装的RFID集成电路的引脚5和引脚6(“ANT1”和“ANT2”)。该示例中的热源是每个集成电路1120,1122内的焦耳加热,所述集成电路通过每个集成电路与读取器磁场经由天线的相互作用而被感应。

[0166] 无线感测系统1100通过购自美国明尼苏达州圣保罗3MTM公司(3M Company of St. Paul, MN)的3M射频识别(RFID)读取器810和读取器天线870进行测试,该3M射频识别读取器和读取器天线经由通用串行总线(USB)线缆连接至正在运行测试软件的膝上型计算机(PC)。该测试由经由PC操作读取器以使用ISO 15693 RFID通信协议来查询是否存在唯一安

全标识符 (SID) 组成。该软件报告所读取的唯一-SID的数和量。对于该配置,发现最大读取范围为18cm。

[0167] 还利用RFID读取器AMS AS3911 General Purpose Demo Kit Rev 1.0及其随附的PC软件来测试无线感测装置1100,该软件零件编号AS3911-DK-ST-ND,购自美国明尼苏达州锡夫里弗福尔斯的得捷公司(Digikey of Thief River Falls,MN),以产生图12中的示例性温度与时间数据。通过将感测装置1100放置在读取器附近,从而通过读取器磁场的调制来控制每个集成电路中的热源,其中读取器磁场被禁用并且集成电路1120,1122主要悬空,然后在图12中使读取器磁场在零时刻处,并从每个集成电路1120,1122查询第一温度。读取器磁场保持启用,同时通过利用读取器对集成电路中的一者寻址来周期性地获取数据,其中减去第一温度以产生如图12所示的相对温度。如通过交替寻址另一个集成电路所报告的所收集的数据是类似的。

[0168] 实施例3

[0169] 无线感测系统-水合监测(单回路)

[0170] 如图10所示,以如下方式装配无线感测装置1000。具有购自美国明尼苏达州锡夫里弗福尔斯的得捷公司(Digikey of Thief River Falls,MN)的温度传感器1020的5.0mm×5.0mm×0.9mm AMS SL13A封装的RFID集成电路利用34 AWG铜电感线电连接至78mm×84mm×0.08mm的环形天线1030。环形天线1030由购自美国明尼苏达州圣保罗3M™公司(3M™ Company of Saint Paul,MN)的单环3M™铜带制成。购自美国明尼苏达州锡夫里弗福尔斯的得捷公司(Digikey of Thief River Falls,MN),并联电容为总共606pF的0603尺寸NP0型陶瓷调谐电容器连接至环形天线。将无线感测装置1000附连到100mm×100mm×3.3mm的泡沫层,该泡沫层来自购自美国明尼苏达州圣保罗3M™公司(3M™ Company of Saint Paul,MN)的90612 Tegaderm™泡沫粘合剂敷料。

[0171] 使用具有定制Android应用程序的LG Nexus 5智能电话获取干湿测量值,该应用程序提供无线功率、经分析的温度数据点和计算出的时间-温度阈值,以及Tegaderm™泡沫粘合剂敷料层的指示状态。使用LG Nexus 5智能电话进行分析,该智能电话以15mm的固定垂直间隔位于相对于泡沫粘合剂敷料的横向位置。

[0172] 在干燥并且分配受控量的跨泡沫底表面分布的去离子水之后进行测量。每个测量重复三次,针对每个条件隔开三分钟,以允许NFC集成电路回到接近环境的温度。结果见表5。

[0173] 表5

		相对温度( $\Delta T$ )								
		干燥的			10mL 水			20mL 水		
时间(s)	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	
[0174] 0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	0.6	0.7	0.3	0.6	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	
4	1.6	1.7	1.3	1.0	1.3	0.7	0.6	0.7	0.3	
6	2.0	2.4	1.7	1.3	1.3	1.3	0.8	1.0	0.7	
[0175] 8	2.7	2.7	2.7	1.8	2.1	1.7	0.9	1.0	0.7	
10	3.2	3.4	3.1	2.0	2.4	1.7	1.1	1.3	1.0	
20	5.2	5.4	5.1	3.1	3.4	2.7	1.3	1.3	1.3	

[0176] 该配置被设计为对局部介电常数诸如与水的接近程度的变化不敏感。在测试期

间,所测量的天线谐振条件没有显著变化,指示所观察到的机制基于热传递的变化而不是输入电功率的变化。针对每个条件测量的谐振总结于表6中。

[0177] 表6

[0178]

	谐振频率 (MHz)	品质因数
干燥的	13.01	46
10mL水	13.00	46
20mL水	12.92	45

[0179] 实施例4

[0180] 无线感测装置-水合监测(四回路)

[0181] 如图10所示,以如下方式装配无线感测装置1000。具有购自美国明尼苏达州锡夫里弗福尔斯的得捷公司(Digikey of Thief River Falls,MN)的温度传感器1020的5.0mm×5.0mm×0.9mm AMS SL13A-AQFT封装的RFID集成电路电连接至环形天线1030,该天线由购自美国明尼苏达州锡夫里弗福尔斯的得捷公司(Digikey of Thief River Falls,MN)的实心漆包34 AWG铜线构成。环形天线1030由直径为50mm的实心漆包34 AWG铜线的四个圆形匝制成。购自美国明尼苏达州锡夫里弗福尔斯的得捷公司(Digikey of Thief River Falls,MN)的24pF 0603尺寸的NPO型陶瓷调谐电容器连接至环形天线1030。将无线感测装置1000附连到100mm×100mm×3.3mm的泡沫层,该泡沫层来自购自美国明尼苏达州圣保罗3M™公司(3M™ Company of Saint Paul,MN)的90612 Tegaderm™泡沫粘合剂敷料。

[0182] 使用具有定制Android应用程序的LG Nexus 5智能电话获取干湿测量值,该应用程序提供无线功率、经分析的温度数据点和计算出的时间-温度阈值,以及Tegaderm™泡沫粘合剂敷料的指示状态。使用LG Nexus 5智能电话进行分析,该智能电话以15mm的固定垂直间隔位于相对于泡沫粘合剂敷料的横向位置。

[0183] 在干燥并且分配受控量的跨泡沫底表面分布的去离子水之后进行测量。每个测量重复三次,针对每个条件隔开三分钟,以允许NFC集成电路回到接近环境的温度。结果见表7。

[0184] 表7

[0185]

时间(s)	相对温度( $\Delta T$ )								
	干燥的			10mL 水			20mL 水		
	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.4	0.7	0.3	1.0	1.0	1.0	0.2	0.3	0.0
4	1.3	1.7	1.0	1.1	1.3	1.0	0.4	0.7	0.3
6	2.2	2.4	2.1	1.7	1.7	1.7	0.4	0.7	0.3
8	2.7	3.1	2.4	2.0	2.4	1.7	0.4	1.0	0.0
10	3.2	3.4	3.1	2.4	2.7	2.1	0.4	0.7	0.3
20	5.6	5.7	5.4	3.4	3.7	3.1	0.8	1.0	0.7

[0186] 热传递效应受谐振偏移的干扰,当水渗透泡沫时,会导致较少的功率传递。所测量的谐振总结于表8中。

[0187] 表8

[0188]

	谐振频率 (MHz)	品质因数
干燥的	14.42	73
10mL	13.57	27
20mL	12.46	15

[0189] 实施例5[0190] 无线感测系统-汗液监测

[0191] 以如下方式装配如图6C中所示的无线感测装置620C。购自瑞士日内瓦意法半导体公司 (STMicroelectronics, Geneva, Switzerland) 的STM20-DD9F超低电流精密模拟温度传感器650C热连接至500 Ω 的电阻性热源640C, 该电阻性热源由购自美国明尼苏达州锡夫里弗福尔斯的得捷公司 (Digikey of Thief River Falls, MN) 的0402尺寸的两个1000 Ω 的相并联的电阻构成。温度传感器650C和电阻性热源640C定位在由三个12 μm的层构造的内部制造的柔性电路的相对表面上, 所述三个层为: 铜/聚酰亚胺/铜。用于测量的传感器顶端利用购自美国明尼苏达州圣保罗3M™公司 (3M™ Company of Saint Paul, MN) 的9836丙烯酸酯粘合剂膜, 在两层25mm × 25mm MSX-6916B开孔聚氨酯泡沫的组件的中心表面处附连到泡沫的底层, 该泡沫购自美国明尼苏达州圣保罗3M™公司 (3M™ Company of Saint Paul, MN), 具有2.4mm的标称厚度。两层泡沫的顶层的内表面涂覆有购自美国明尼苏达州圣保罗3M™公司 (3M™ Company of Saint Paul, MN) 的9836丙烯酸酯粘合剂膜以防水分渗透。在印刷电路板的相对表面上产生具有厚度17 μm、迹线宽度3.4mm、以及外径50mm的具有两个圆形铜迹线匝的环形天线635C。由购自美国明尼苏达州锡夫里弗福尔斯的得捷公司 (Digikey of Thief River Falls, MN) 的0603尺寸的NPO型陶瓷调谐电容器组成的350pF的并联电容连接至环形天线635C, 以产生13.66MHz的谐振频率和50的品质因数。

[0192] 具有串行通信接口和非易失性存储器集成电路的动态NFC M24LR16E-RMC6T/2转发器632C电连接至环形天线和STM32L052C8T6微控制器, 所述环形天线和STM32L052C8T6微控制器均购自瑞士日内瓦意法半导体公司 (STMicroelectronics of Geneva, Switzerland) 且用于功率和分析目的。温度传感器和电阻性热源各自电连接至微控制器。购自意法半导体公司 (STMicroelectronics) 的NFC CR95HF读取器618C演示板具有同样购自意法半导体公司 (STMicroelectronics) 的对应的M24LRxx Application Software, 该演示板定位在印刷电路板上方25mm处, 以收集测量结果。

[0193] 表9表示逐渐添加到泡沫底层中的去离子水的实验条件。在每种情况下, 为了模拟流体的均匀分布, 将体积受控的去离子水分配到铝板上。将泡沫底层放置在水滴上, 然后压缩并释放多次以使流体分布在整个底部泡沫层中。然后, 对泡沫底层称重, 与顶部泡沫重新组装用于与环境热隔离, 并且利用NFC读取器618C和无线感测装置620C进行无线供电测量。NFC读取器618C经由激活信号615C以无线方式写入无线收发器632C内的存储位置的形式来触发测量。在无线感测系统中以规律的间隔记录施加到热源电阻的温度和电压, 并作为数据信号613C上传到NFC读取器。将泡沫在环境条件下干燥一周后, 测量数据集ID“A6”。表9“0.7mg/cm<sup>2</sup>/min时的等效分钟”的列是每相应量的水以每分钟每平方厘米0.7mg水的均匀流速累积到底部泡沫25 × 25mm的表面中所需的时间 (分钟)。表9“1.5cm<sup>3</sup>体积泡沫的水%”的列是假设水的质量密度为1克/立方厘米时的底部泡沫层体积的百分比。

[0194] 表9

[0195]

数据集 ID	测量的底层泡沫质量 (g)	水的质量 (g)	每表面积的水的质量 ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )	$0.7\text{mg}/\text{cm}^2/\text{min}$ 时的等效分钟	$1.5\text{cm}^3$ 体积泡沫的水%
A1	0.21	-	-	-	-
A2	0.31	0.10	15	22	6%
A3	0.39	0.18	29	41	12%
A4	0.55	0.34	54	78	23%
A5	0.82	0.61	98	139	41%
A6	0.22	0.01	2	2	1%

[0196] 结果示于表10中,并且表示为每单位平均热功率的相对温度,表示由于热导率和热扩散率的增加,温度上升随着流体浓度的增加而降低。相对温度  $\Delta T$  被定义为是自初始温度值的变化:  $T - T_I$ , 其中  $T_I$  是初始温度。这些数据集中记录的热功率介于8.2和8.8毫瓦之间,并针对每个数据集计算了平均值。根据以50毫秒间隔收集的原始数据对表10中的值进行平均;使用宽度为一秒的平均窗口,以每一整秒为中心。

[0197] 表10

[0198]  $\Delta T$  每平均功率 ( $^{\circ}\text{C}/\text{mW}$ )

[0199]

t (s)	A1	A2	A3	A4	A5	A6
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.22	0.15	0.15	0.12	0.13	0.21
2.00	0.38	0.27	0.25	0.21	0.19	0.37
3.00	0.48	0.30	0.31	0.28	0.24	0.48
4.00	0.57	0.36	0.34	0.31	0.25	0.57
5.00	0.67	0.41	0.35	0.33	0.29	0.69
6.00	0.72	0.41	0.37	0.34	0.29	0.73
7.00	0.77	0.45	0.38	0.37	0.33	0.81
8.00	0.80	0.49	0.41	0.36	0.33	0.85
9.00	0.87	0.48	0.43	0.38	0.34	0.92
10.00	0.88	0.49	0.44	0.42	0.35	0.93
11.00	0.91	0.48	0.46	0.40	0.35	0.96
12.00	0.95	0.51	0.46	0.42	0.37	1.00
13.00	0.97	0.52	0.49	0.44	0.37	1.06
14.00	0.98	0.52	0.48	0.46	0.37	1.03
15.00	0.99	0.52	0.48	0.45	0.37	1.05
16.00	1.00	0.53	0.49	0.44	0.37	1.09
17.00	1.03	0.55	0.51	0.44	0.35	1.12
18.00	1.06	0.53	0.50	0.44	0.40	1.11

[0200]

19.00	1.05	0.56	0.50	0.47	0.39	1.12
20.00	1.07	0.58	0.52	0.48	0.40	1.14
21.00	1.09	0.57	0.52	0.47	0.40	1.13
22.00	1.08	0.61	0.51	0.46	0.40	1.14
23.00	1.09	0.57	0.52	0.47	0.41	1.15
24.00	1.12	0.58	0.52	0.47	0.41	1.17
25.00	1.11	0.56	0.53	0.49	0.41	1.13

[0201] 表11表示表9中的实验条件和表10中的结果的重复试验,不同之处在于,替代实验结束时允许泡沫被干燥一周的对照数据集ID“A6”,在表11中是控制数据集ID“A8”,该控制数据集在将泡沫暴露于模拟加入水但在铝板上没有水滴的过程之后重复干燥状态。表11的数据集中记录的热功率在7.8毫瓦和8.2毫瓦之间。结果见表12,其处理如表10所述。

[0202] 表11

[0203]

数据集ID	测量的底层泡沫质量(g)	水的质量(g)	每表面积的水的质量(mg/cm <sup>2</sup> )	0.7mg/cm <sup>2</sup> /min时的等效分钟	1.5cm <sup>3</sup> 体积泡沫的水%
A7	0.20	-	-	-	-
A8	0.20	0.00	0	0	0%
A9	0.27	0.07	11	16	5%
A10	0.35	0.15	24	34	10%
A11	0.51	0.31	50	71	21%
A12	0.81	0.61	97	138	40%

[0204] 表12

[0205]  $\Delta T$ 每平均功率(°C/mW)

[0206]

t (s)	A7	A8	A9	A10	A11	A12
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.21	0.19	0.18	0.13	0.14	0.14
2.00	0.38	0.34	0.27	0.23	0.19	0.20
3.00	0.48	0.49	0.31	0.28	0.22	0.25
4.00	0.58	0.56	0.35	0.34	0.29	0.27
5.00	0.67	0.64	0.41	0.36	0.34	0.30
6.00	0.73	0.70	0.44	0.38	0.35	0.32
7.00	0.78	0.76	0.44	0.42	0.33	0.33
8.00	0.83	0.78	0.48	0.40	0.37	0.36
9.00	0.89	0.82	0.49	0.44	0.39	0.34
10.00	0.90	0.88	0.50	0.46	0.39	0.37
11.00	0.96	0.90	0.54	0.47	0.40	0.37

[0207]

12.00	0.96	0.93	0.54	0.48	0.41	0.40
13.00	0.99	0.98	0.53	0.48	0.45	0.43
14.00	1.00	0.93	0.56	0.50	0.46	0.40
15.00	1.00	0.97	0.57	0.47	0.43	0.42
16.00	1.04	1.00	0.59	0.50	0.44	0.42
17.00	1.06	1.04	0.57	0.49	0.44	0.42
18.00	1.06	1.01	0.56	0.52	0.47	0.45
19.00	1.11	1.07	0.62	0.52	0.50	0.44
20.00	1.09	1.06	0.56	0.51	0.50	0.45
21.00	1.11	1.06	0.62	0.55	0.49	0.45
22.00	1.11	1.07	0.62	0.53	0.48	0.45
23.00	1.12	1.12	0.61	0.53	0.49	0.46
24.00	1.11	1.12	0.61	0.53	0.50	0.44
25.00	1.15	1.08	0.62	0.56	0.50	0.44

[0208] 示例性实施方案

[0209] 实施方案A1.一种位于组件中的用于测量对象的热特性的无线感测装置,包括:均热器,其包括固体或液体材料,该均热器具有第一主表面和与该第一主表面相背对的第二主表面,该均热器被构造成在使用无线感测装置时与对象热接触;控制电路;电子耦合至控制电路的无线收发器;能量收集装置;邻近均热器的第二主表面设置的热源,该热源电子耦合至能量收集装置并且被构造成生成到均热器的第一主表面的热通量,其中能量收集装置向热源提供功率;以及传感器,该传感器电子耦合至控制电路并与热源热接触,其中该传感器被构造成生成与温度相关联的传感器信号并将该传感器信号提供给控制电路。

[0210] 实施方案A2.实施方案A1的无线感测装置,还包括:电子耦合至收发器和能量收集装置的天线。

[0211] 实施方案A3.实施方案A2的无线感测装置,还包括:基板,其中该天线设置在基板上。

[0212] 实施方案A4.实施方案A3的无线感测装置,其中该天线被构造成当读取器询问无线感测装置时接收第一功率,并且能量收集装置被构造成将该第一功率转换为第二功率。

[0213] 实施方案A5.实施方案A1至A4的无线感测装置,还包括:

[0214] 耦合装置,该耦合装置被构造成保持均热器和对象之间的热接触。

[0215] 实施方案A6.实施方案A5的无线感测装置,其中耦合装置包括导热粘合剂层、弹性耦合器和机械耦合器中的至少一者。

[0216] 实施方案A7.实施方案A1至A6的无线感测装置,其中热源包括控制电路的至少一个部件。

[0217] 实施方案A8.实施方案A1的无线感测装置,其中热源和传感器是相同的电阻元件。

[0218] 实施方案A9.实施方案A1至A8中任一项所述的无线感测装置,其中控制电路包括微处理器和存储唯一标识符的存储器。

[0219] 实施方案A10.实施方案A1至A9的无线感测装置,其中能量收集装置包括桥式整流器、二极管整流器、晶体管整流器、电压调节器和电流调节器中的至少一者。

[0220] 实施方案A11.实施方案A1至A10的无线感测装置,其中无线感测系统调节提供热源的功率。

[0221] 实施方案A12.实施方案A11的无线感测装置,其中无线感测装置基于传感器信号来调节热源。

[0222] 实施方案A13.实施方案A12的无线感测装置,其中无线感测装置基于传感器信号来去激活热源。

[0223] 实施方案A14.实施方案A1至A13的无线感测装置,其中传感器被构造成在热源被激活之前生成第一传感器信号,并且在激活热源之后生成第二传感器信号。

[0224] 实施方案A15.实施方案A13的无线感测装置,其中控制电路被构造成基于第一传感器信号和第二传感器信号来确定对象的热特性。

[0225] 实施方案A16.实施方案A15的无线感测装置,其中控制电路以已知功率大小向热源提供大致恒定的功率,其中该控制电路基于第一传感器信号、第二传感器信号以及已知功率大小来确定对象的热特性。

[0226] 实施方案A17.实施方案A2的无线感测装置,其中控制电路包括集成电容,其中无线感测装置在读取器询问该无线感测装置时接收功率,并且其中控制电路基于传感器信号和/或所接收功率来修改集成电容。

[0227] 实施方案A18.一种位于组件中的用于测量对象的热特性的无线感测装置,包括:天线和收发器,该收发器被构造成无线接收第一功率;能量收集装置,该能量收集装置被构造成将第一功率转换成第二功率;电子耦合至能量收集装置的热源,其中能量收集装置向热源提供第二功率;包括微处理器的控制电路;以及传感器,该传感器电子耦合至控制电路并且热耦合至热源,其中该传感器被构造成在热源被激活之前生成第一传感器信号,并且在激活热源之后生成第二传感器信号,并且其中控制电路被构造成基于第一传感器信号和第二传感器信号来确定对象的热特性。

[0228] 实施方案A19.实施方案A18的无线感测装置,还包括:基板和包括固体或液体材料的均热器,该均热器被构造成与对象热接触,其中热源和传感器设置在均热器中。

[0229] 实施方案A20.实施方案A18至A19的无线感测装置,其中控制电路调节热源的输出。

[0230] 实施方案A21.实施方案A20的无线感测装置,其中控制电路基于由传感器生成的第二传感器信号来调节热源。

[0231] 实施方案A22.实施方案A18至A21的无线感测装置,其中热源和传感器是相同的电阻元件。

[0232] 实施方案A23.实施方案A18至A22的无线感测装置,其中控制电路包括微处理器和存储唯一标识符的存储器。

[0233] 实施方案A24.实施方案A18至A23的无线感测装置,其中能量收集装置包括桥式整流器、二极管整流器、晶体管整流器、电压调节器和电流调节器。

[0234] 实施方案B1.一种被构造成测量对象的物理特性的无线感测装置,包括:基板;设置在基板上的天线;电子耦合至天线的第一控制电路,该第一控制电路包括存储第一唯一标识符的第一存储器和第一收发器;电子耦合至天线的第二控制电路,该第二控制电路包括存储第二唯一标识符的第二存储器和第二收发器;第一激发装置,该第一激发装置被构造成生成第一激发信号以改变对象的物理特性;电子耦合至第一控制电路的第一传感器,其中该第一传感器被构造成生成与物理特性相关联的第一传感器信号;以及电子耦合至第

二控制电路的第二传感器,其中该第二传感器被构造成生成第二传感器信号。

[0235] 实施方案B2.实施方案B1的无线感测装置,其中第一激发装置包括热激发装置、光激发装置、声音激发装置、振动器、电压源、电流源和电磁体中的至少一者。

[0236] 实施方案B3.实施方案B2的无线感测装置,其中第一传感器或第二传感器包括热传感器、光电二极管、麦克风、加速度计、电压传感器、电流传感器和磁力计中的至少一者。

[0237] 实施方案B4.实施方案B1至B3的无线感测装置,还包括:第一感测区域,其中第一激发装置和第一传感器设置在第一感测区域中。

[0238] 实施方案B5.实施方案B4的无线感测装置,还包括:第二感测区域,其中第二传感器设置在第二感测区域中。

[0239] 实施方案B6.实施方案B5的无线感测装置,其中第一传感器和第二传感器是热传感器,并且其中第一感测区域和第二区域热隔离。

[0240] 实施方案B7.实施方案B1至B6的无线感测装置,还包括:

[0241] 第二激发装置,该第二激发装置被构造成生成第二激发信号。

[0242] 实施方案B8.实施方案B1至B7的无线感测装置,其中天线被构造成当读取器询问时向无线感测装置提供功率。

[0243] 实施方案B9.实施方案B1至B8的无线感测装置,还包括:

[0244] 能量收集装置,该能量收集装置电子耦合至天线并被构造成向第一传感器和第二传感器提供功率。

[0245] 实施方案B10.实施方案B9的无线感测装置,其中能量收集装置包括桥式整流器、二极管整流器、晶体管整流器、电压调节器和电流调节器中的至少一者。

[0246] 实施方案B11.实施方案B1至B10的无线感测装置,还包括:

[0247] 处理器,该处理器电子耦合至第一控制电路和第二控制电路,其中处理器被构造成基于第一传感器信号和第二传感器信号来确定指示对象的物理特性的指示符。

[0248] 实施方案B12.实施方案B1至B11的无线感测装置,其中第二传感器信号与对象的物理特性相关联。

[0249] 实施方案B13.实施方案B1至B12的无线感测装置,其中第一控制电路调节第一激发装置。

[0250] 实施方案B14.实施方案B13的无线感测装置,其中第一控制电路使用第一传感器信号来调节第一激发装置。

[0251] 实施方案B15.一种被构造成测量对象的热特性的无线感测装置,包括:第一均热器和与第一均热器热隔离的第二均热器;RF电路和电子耦合至RF电路的天线;能量收集装置;设置在第一均热器中并电子耦合至能量收集装置的第一热源;热耦合至第一热源的第一传感器,其中第一传感器被构造成生成与温度相关联的第一传感器信号;设置在第二均热器中并电子耦合至能量收集装置的第二热源,以及热耦合至第二热源的第二传感器,其中第二传感器被构造成生成与温度相关联的第二传感器信号,其中能量收集装置被构造成向第一热源提供第一功率并且向第二热源提供第二功率,其中第一功率与第二功率具有已知比率。

[0252] 实施方案B16.实施方案B15的无线感测装置,其中第二热源与对象热接触。

[0253] 实施方案B17.实施方案B15至B16的无线感测装置,其中第一热源和第一传感器是

相同的电阻元件。

[0254] 实施方案B18.实施方案B15至B17的无线感测装置,其中RF电路包括微处理器和存储唯一标识符的存储器。

[0255] 实施方案B19.实施方案B15至B18的无线感测装置,其中能量收集装置包括桥式整流器、二极管整流器、晶体管整流器、电压调节器和电流调节器中的至少一者。

[0256] 实施方案B20.实施方案B18的无线感测装置,其中RF电路被构造成基于第一传感器信号和第二传感器信号来确定对象的热特性。

[0257] 实施方案B21.实施方案B15至B20的无线感测装置,其中第一功率等于第二功率。

[0258] 实施方案C1.一种位于组件中的RF水合传感器,包括:

[0259] 基板;

[0260] 天线,该天线设置在基板上;

[0261] RF电路,该RF电路电耦合至天线,该RF电路包括处理器;

[0262] 热源,该热源电耦合至RF电路以改变目标区域的热状态;和

[0263] 感测元件,该感测元件热耦合至热源以感测热源的温度,使得当热源热耦合至目标区域时,RF水合传感器从收发器无线接收具有第一形式的第一功率,RF电路将该第一功率转换为具有不同于第一形式的第二形式的第二功率并将该第二功率递送到热源,感测元件感测热源温度的时间变化性,并且处理器基于热源温度的感测到的时间变化性来确定指示水合程度的水合指示符。

[0264] 实施方案C2.实施方案C1的RF水合传感器,还包括:存储与水合程度相关联的参考数据的存储器,并且其中处理器被构造成使用参考数据来确定水合指示符。

[0265] 实施方案C3.实施方案C1或C2的RF水合传感器,其中RF电路控制第二功率的大小。

[0266] 实施方案C4.实施方案C1至实施方案C3中任一项所述的RF水合传感器,其中RF电路被构造成调节提供到热源的功率的持续时间。

[0267] 实施方案C5.实施方案C1至实施方案C4中任一项所述的RF水合传感器,还包括:均热器,该均热器包括固体或液体材料,其中热源邻近均热器设置。

[0268] 实施方案C6.实施方案C5的RF水合传感器,其中当均热器与目标区域热接触时,该均热器适于将来自热源的热通量跨目标区域大致均匀地分布。

[0269] 实施方案C7.实施方案C1至实施方案C6中任一项所述的RF水合传感器,其中所述第一形式为AC形式,并且所述第二形式为DC形式。

[0270] 实施方案C8.实施方案C1至实施方案C7中任一项所述的RF水合传感器,其中该RF水合传感器被构造成从收发器无线接收具有第一形式的未知第一功率,并且其中RF电路将未知第一功率转换为具有不同于第一形式的第二形式的已知第二功率。

[0271] 实施方案C9.实施方案C1至实施方案C8中任一项所述的RF水合传感器,其中RF电路被构造成通过改变RF水合传感器的谐振频率来改变第二功率的大小。

[0272] 实施方案C10.实施方案C1至实施方案C9中任一项所述的RF水合传感器,其中处理器被构造成确定是否达到热稳态,并且其中RF电路在热稳态之后基于热源温度的感测到的时间变化性来去激活热源。

[0273] 实施方案C11.实施方案C1至实施方案C10中任一项所述的RF水合传感器,其中感测元件感测在热源被去激活之后热源温度的冷却时间变化性,并且其中处理器基于热源温

度的感测到的冷却时间变化性来确定目标区域的热扩散率,并且其中处理器使用目标区域的所确定的热扩散率来确定水合指示符。

[0274] 实施方案C12.实施方案C1至实施方案C11中任一项所述的RF水合传感器,其中该RF水合传感器适于与在第一射频下发射功率的远程收发器无线通信,其中RF电路适于使RF水合传感器的谐振频率远离第一射频失谐,以控制RF水合传感器从远程收发器接收的第一功率的大小。

[0275] 实施方案C13.实施方案C1至实施方案C12中任一项所述的RF水合传感器,其中基板是柔性的。

[0276] 实施方案C14.实施方案C1至实施方案C13中任一项所述的RF水合传感器,其中基板是可拉伸的。

[0277] 实施方案C15.一种用于测量液体含量的RF传感器,包括:

[0278] 基板;

[0279] 天线,该天线设置在基板上;

[0280] RF电路,该RF电路电耦合至天线,该RF电路包括处理器;

[0281] 吸收元件,该吸收元件包括吸收材料,

[0282] 热源,该热源电耦合至RF电路并热耦合至吸收元件;和

[0283] 感测元件,该感测元件热耦合至热源以感测热源的温度,使得在吸收元件用于吸收液体之后,RF传感器从收发器无线接收具有第一形式的第一功率,RF电路将该第一功率转换为具有不同于第一形式的第二形式的第二功率并将该第二功率递送到热源,感测元件感测热源温度的时间变化性,并且处理器基于热源温度的感测到的时间变化性来确定指示液体含量的指示符。

[0284] 实施方案C16.实施方案C15的RF传感器,其中吸收材料包括多孔材料、天然或合成海绵、吸水凝胶和超吸收性聚合物中的至少一者。

[0285] 实施方案C17.实施方案C15或16的RF传感器,其中RF电路控制第二功率的大小。

[0286] 实施方案C18.实施方案C15至实施方案C17中任一项所述的RF传感器,其中RF电路被构造成调节提供到热源的功率的持续时间。

[0287] 实施方案C19.实施方案C15至实施方案C18中任一项所述的RF传感器,其中第一形式为AC形式,并且第二形式为DC形式。

[0288] 实施方案C20.一种使用一个或多个处理器和具有邻近对象设置的热源的传感器来确定水合程度的方法,包括:

[0289] 无线地激活热源;

[0290] 由传感器生成一系列感测信号;

[0291] 基于一系列感测信号中的至少一些感测信号,由一个或多个处理器来确定对象的热特性;以及

[0292] 基于所确定的热特性和参考数据,由一个或多个处理器来生成指示对象的水合程度的水合指示符。

[0293] 实施方案C21.实施方案C20的方法,还包括:

[0294] 生成第一感测信号;

[0295] 由一个或多个处理器来评估是否达到热稳态;

- [0296] 其中确定步骤包括基于第一感测信号以及在达到热稳态时生成的一系列感测信号中的至少一个感测信号来确定对象的热导率，
- [0297] 并且其中基于所确定的热导率来生成水合指示符。
- [0298] 实施方案C22. 实施方案C20或21的方法，还包括：
- [0299] 由一个或多个处理器来评估是否达到热稳态；
- [0300] 在达到热稳态之后，去激活热源。
- [0301] 实施方案C23. 实施方案C20至实施方C22中任一项所述的方法，还包括：
- [0302] 在去激活热源之后，生成一系列冷却感测信号；
- [0303] 其中确定步骤包括基于一系列冷却感测信号中的至少一些感测信号来确定对象的热扩散率，
- [0304] 并且其中基于所确定的热扩散率来生成水合指示符。
- [0305] 实施方案C24. 实施方案C20至实施方案C23中任一项所述的方法，其中所述参考数据包括解析函数、查找表、矩阵和常数中的至少一者。
- [0306] 实施方案C25. 实施方案C20至实施方案C24中任一项所述的方法，还包括：当传感器被设置到具有已知热特性的参考材料时，由传感器生成校准信号，其中确定步骤包括使用校准信号来确定对象的热特性。
- [0307] 实施方案C26. 一种RF水合感测系统，包括：
- [0308] RF传感器标签，该RF传感器标签包括：
- [0309] 基板；
- [0310] 天线，该天线设置在基板上；
- [0311] RF电路，该RF电路电耦合至天线；
- [0312] 热源，该热源电耦合至RF电路以改变目标区域的热状态；和
- [0313] 感测元件，该感测元件热耦合至热源以感测热源的温度，使得当热源热耦合至目标区域时，RF传感器标签从收发器无线接收具有第一形式的第一功率，RF电路将该第一功率转换为具有第二形式的第二功率并将该第二功率递送到热源，感测元件感测热源温度的时间变化性，并且RF传感器标签无线传输热源温度的感测到的时间变化性。
- [0314] RF读取器，该RF读取器被构造成将询问功率无线传输至RF传感器标签并接收热源温度的感测到的时间变化性，
- [0315] 处理器，该处理器电子耦合至RF读取器并且被构造成基于热源温度的感测到的时间变化性来确定指示水合程度的水合指示符。
- [0316] 实施方案C27. 实施方案C26的RF水合感测系统，还包括：存储与水合程度相关联的参考数据的存储器，并且其中处理器被构造成使用参考数据来确定水合指示符。
- [0317] 实施方案C28. 实施方案C26或27的RF水合感测系统，其中RF电路控制第二功率的大小。
- [0318] 实施方案C29. 实施方案C26至实施方案C28中任一项所述的RF水合感测系统，其中RF电路被构造成调节提供到热源的功率的持续时间。
- [0319] 实施方案C30. 实施方案C26至实施方案C29中任一项所述的RF水合感测系统，其中RF传感器标签还包括：均热器，该均热器包括固体或液体材料，其中热源邻近均热器设置。
- [0320] 实施方案C31. 实施方案C30的RF水合感测系统，其中当均热器与目标区域热接触

时,该均热器适于将来自热源的热通量跨目标区域大致均匀地分布。

[0321] 实施方案C32.实施方案C26至实施方案C31中任一项所述的RF水合感测系统,其中第一形式为AC形式,并且第二形式为DC形式。

[0322] 实施方案C33.实施方案C26至实施方案C32中任一项所述的RF水合感测系统,其中RF传感器标签被构造成从收发器无线接收具有第一形式的未知第一功率,并且其中RF电路将未知第一功率转换为具有不同于第一形式的第二形式的已知第二功率。

[0323] 实施方案C34.实施方案C26至实施方案C33中任一项所述的RF水合感测系统,其中RF读取器被构造成基于热源温度的感测到的时间变化性来改变询问功率。

[0324] 实施方案C35.实施方案C26至实施方案C34中任一项所述的RF水合感测系统,还包括:耦合装置,该耦合装置被构造成保持RF传感器标签与目标区域之间的热接触。

[0325] 实施方案C36.实施方案C35的RF水合感测系统,其中耦合装置包括导热粘合剂层、粘合剂层、弹性耦合器和机械耦合器中的至少一者。

[0326] 本发明不应被认为限于上述特定示例和实施方案,因为详细描述此类实施方案是为了方便说明本发明的各个方面。相反,本发明应被理解为涵盖本发明的所有方面,包括落在如由所附权利要求书及其等同物所定义的本发明的实质和范围内的各种修改、等同过程和替代装置。

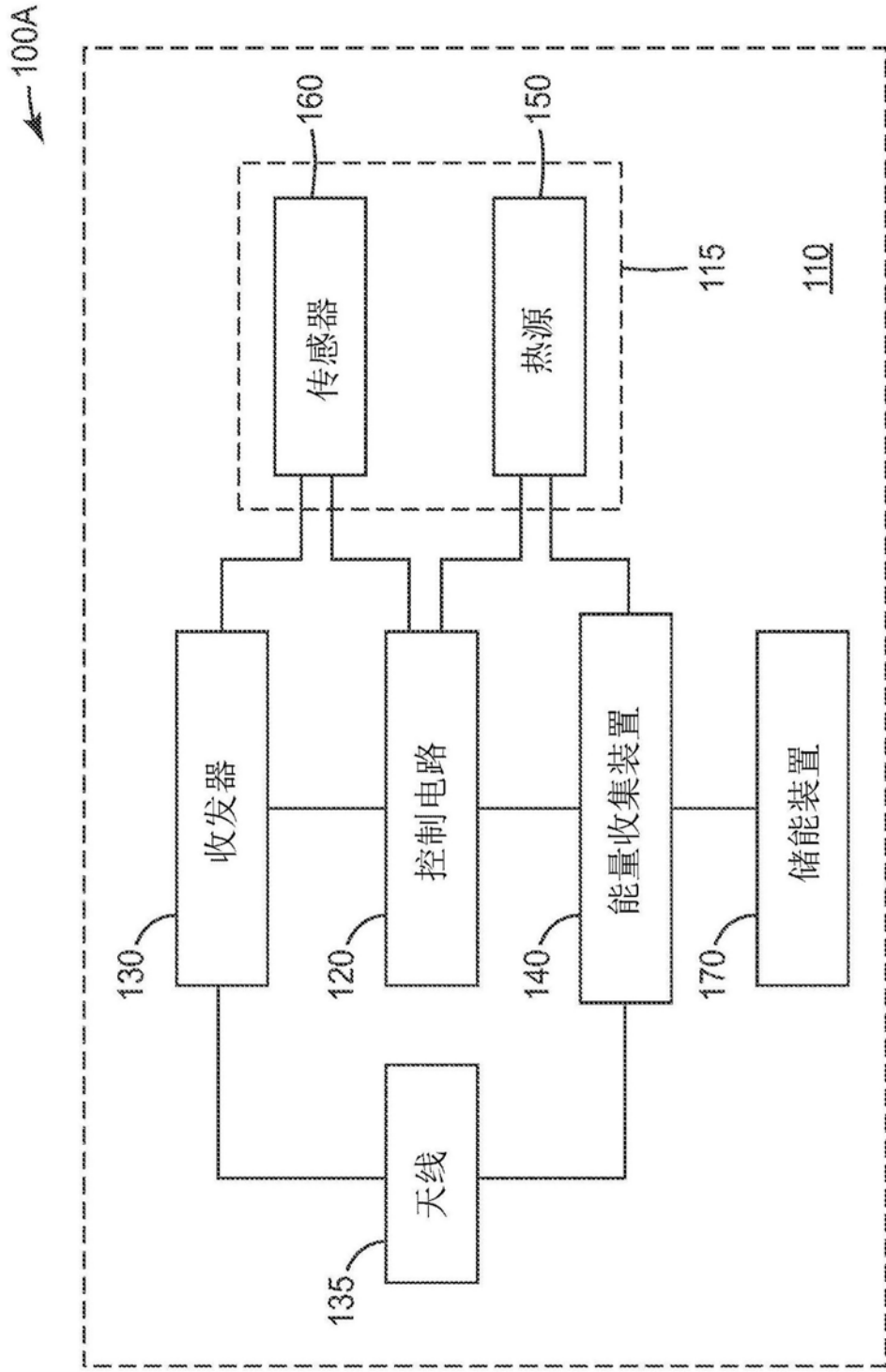


图1A

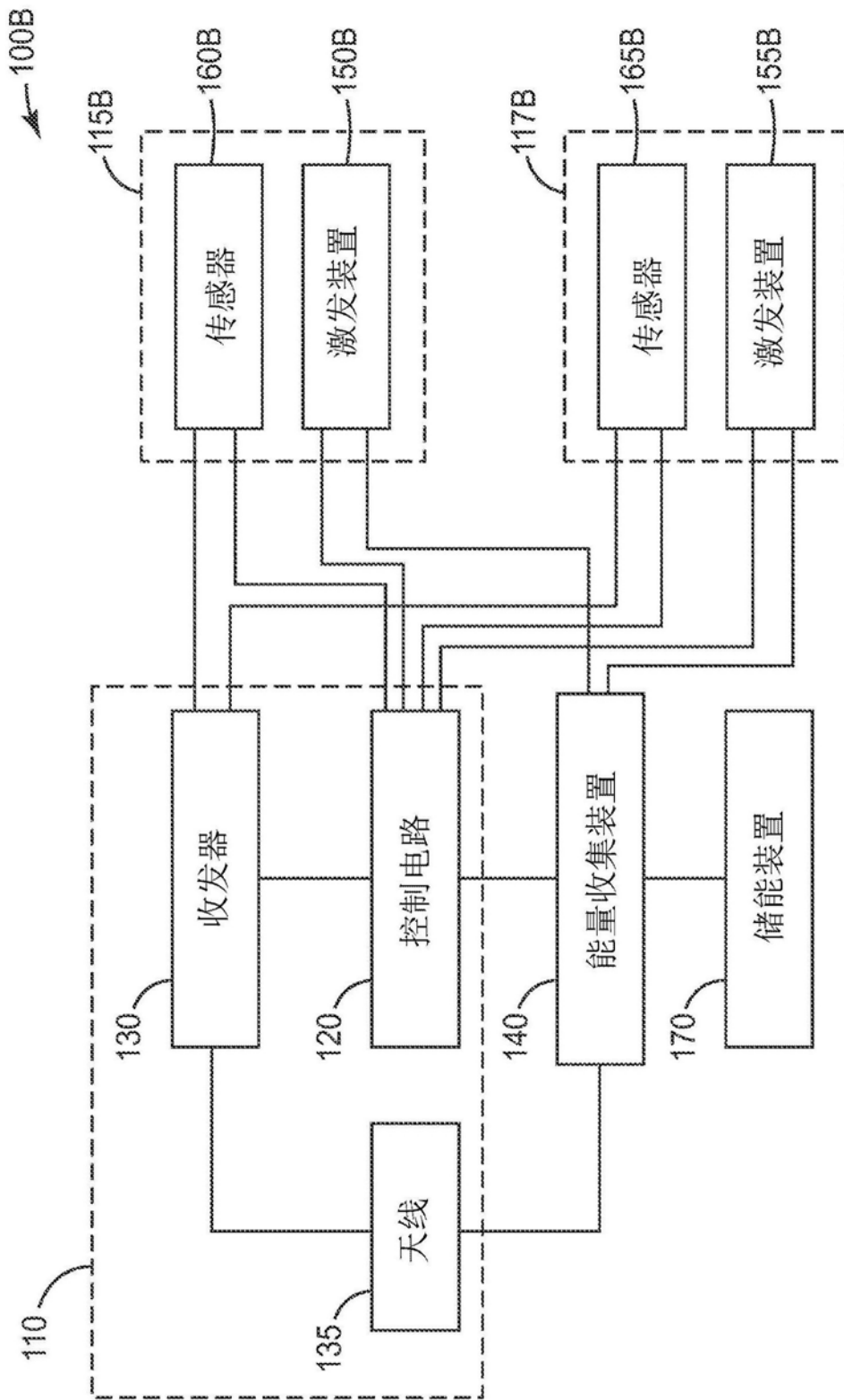


图1B



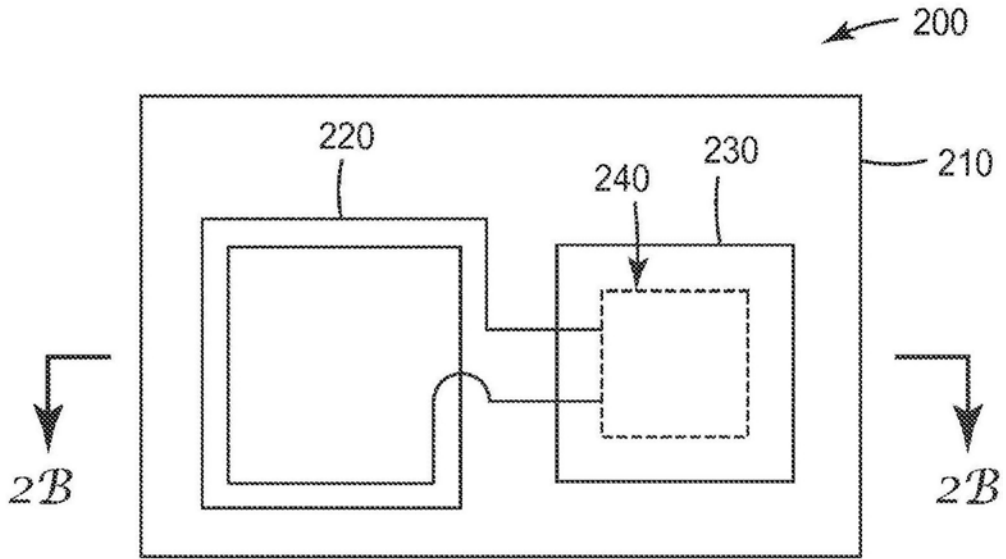


图2A

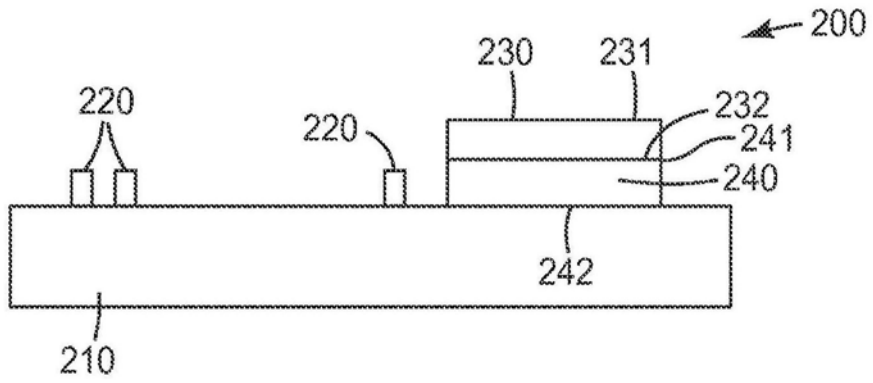


图2B

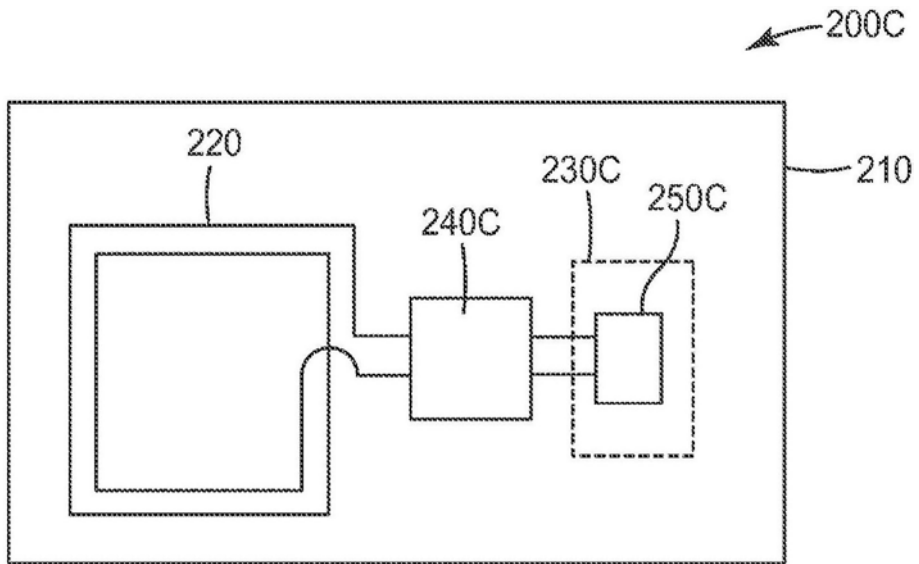


图2C

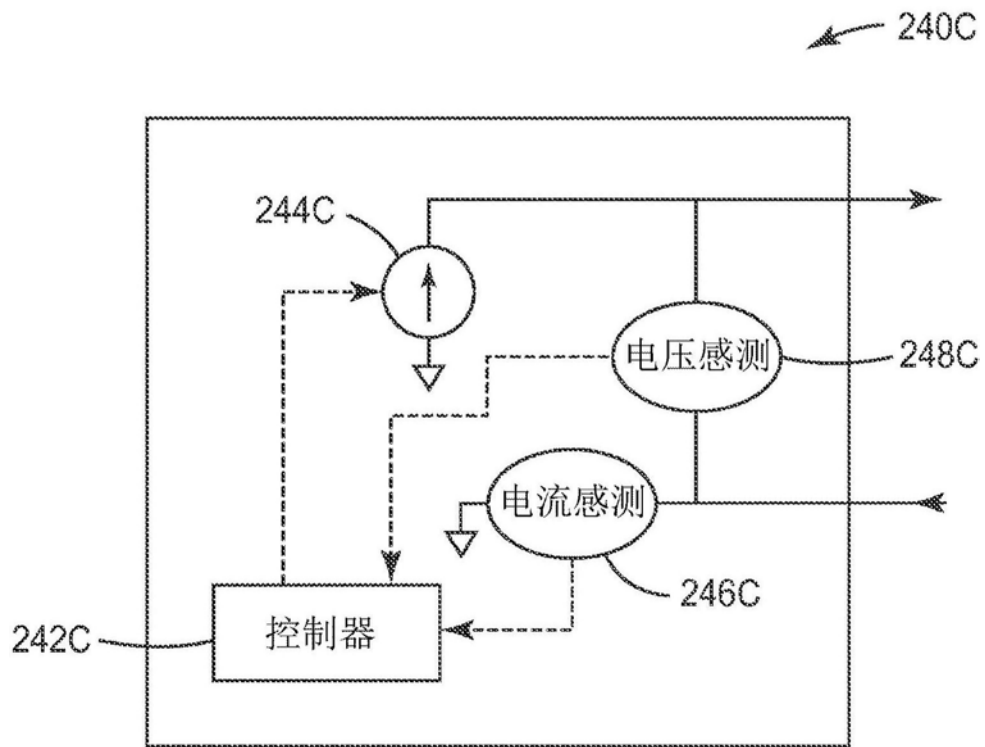


图2D

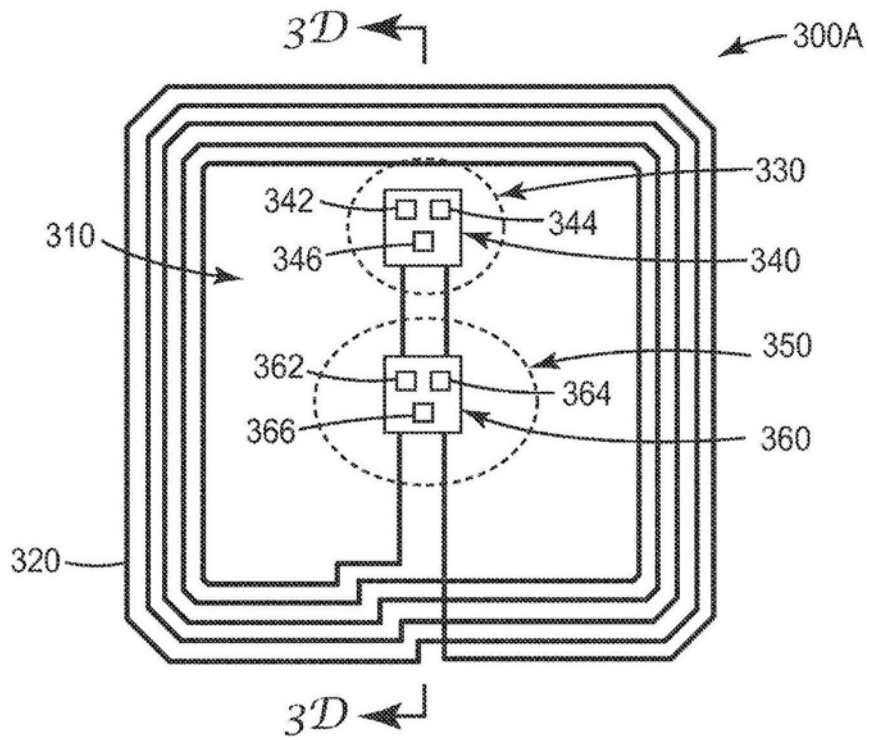


图3A

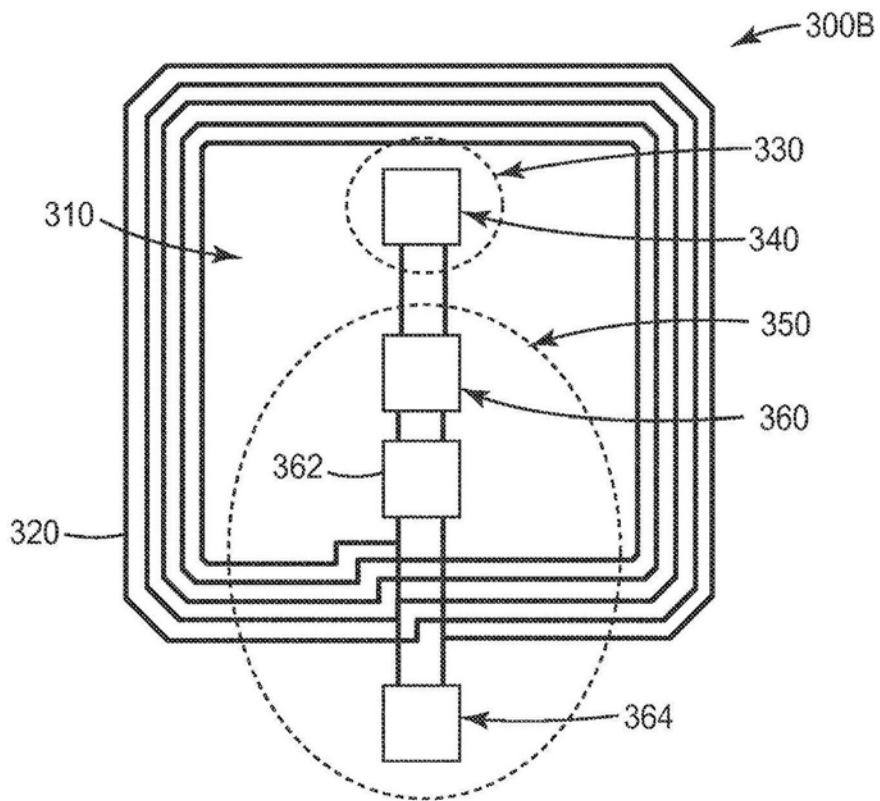


图3B

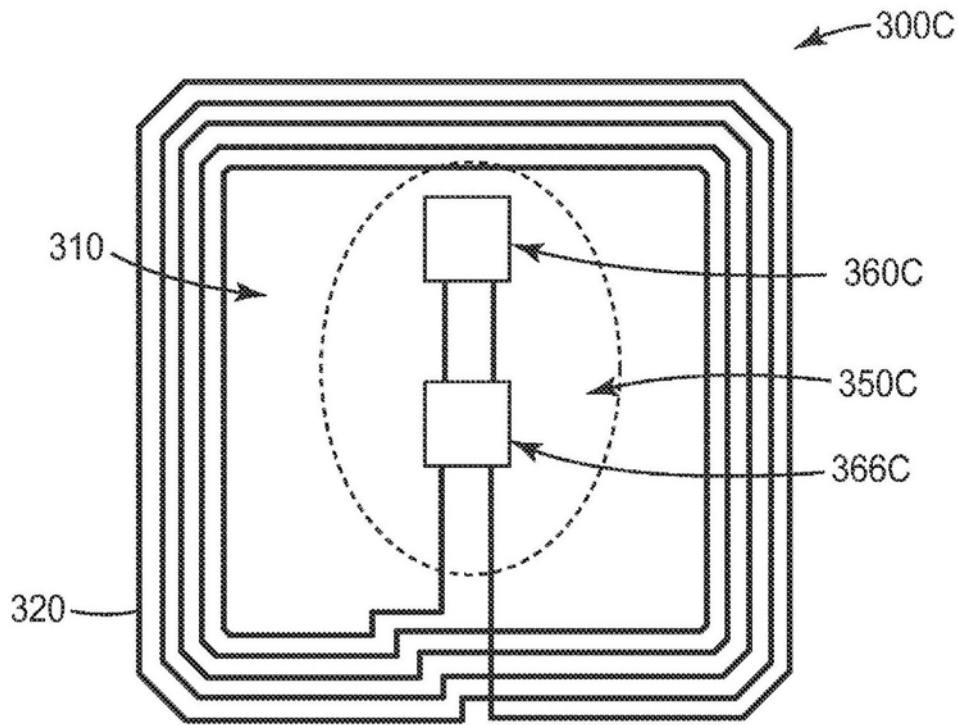


图3C

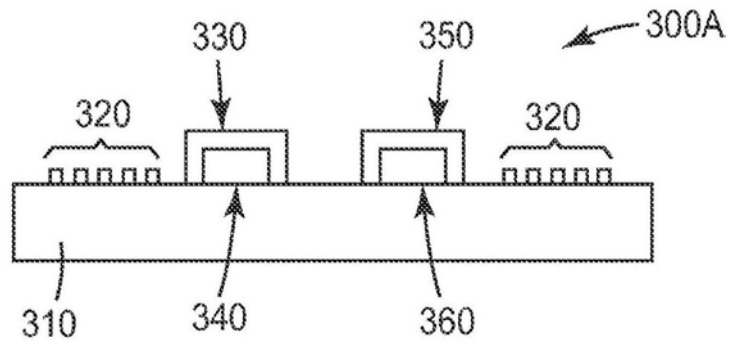


图3D

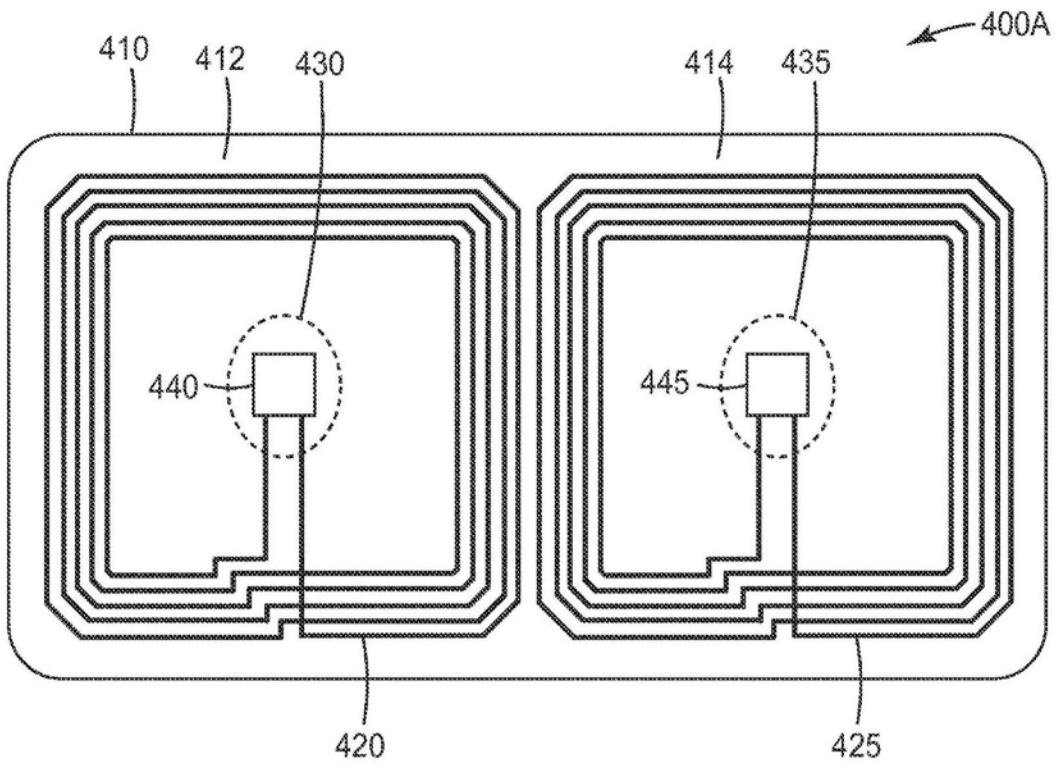


图4A

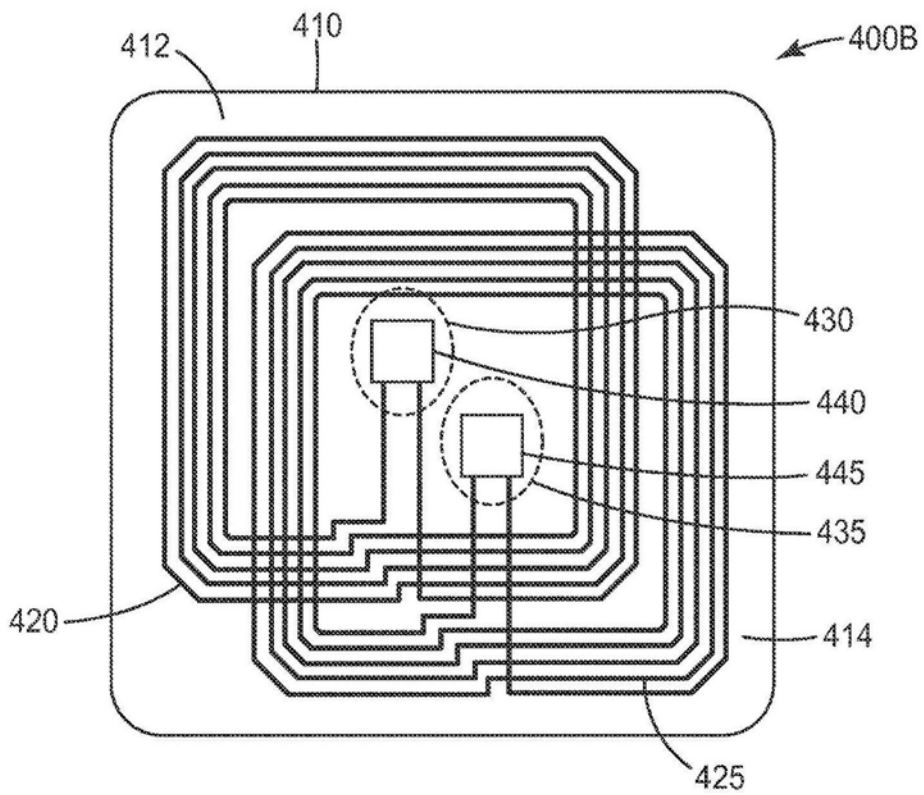


图4B

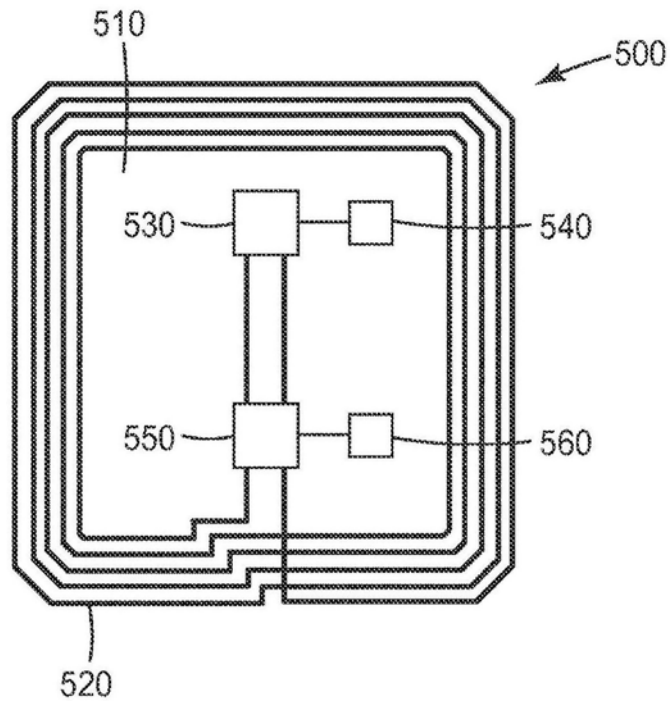


图5

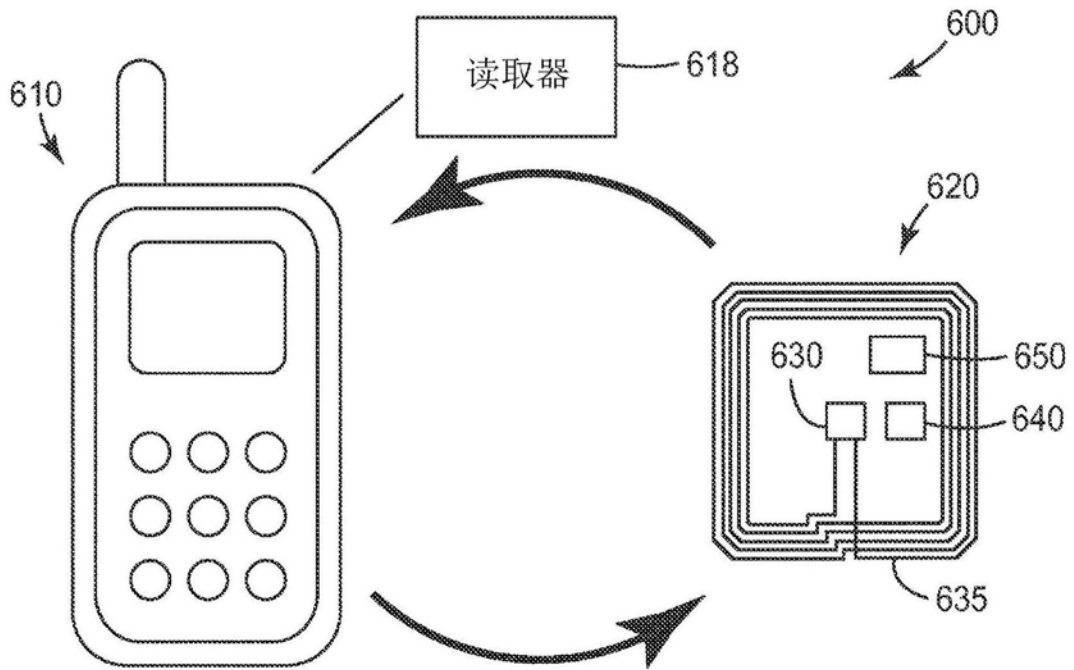


图6A

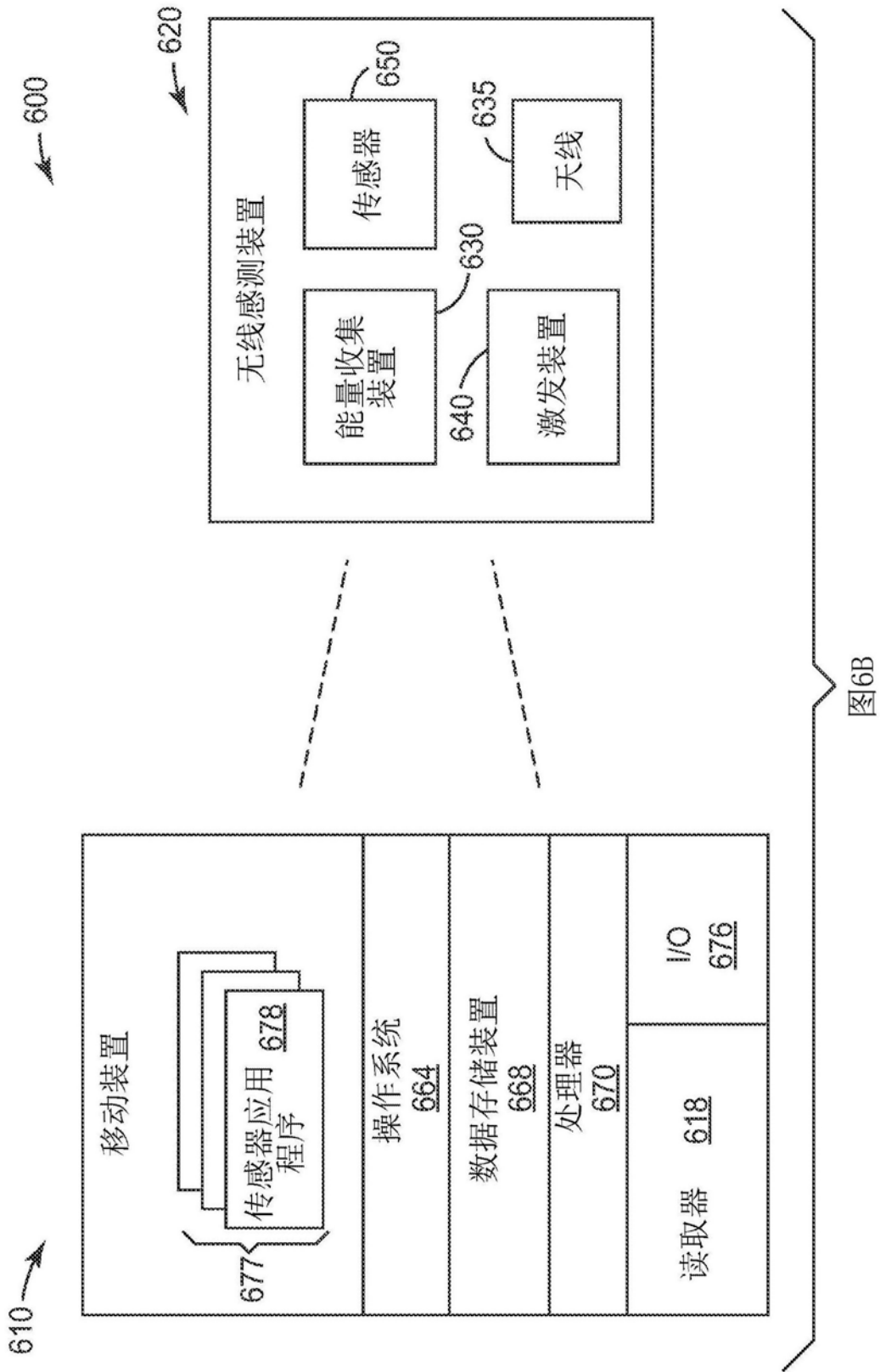


图6B

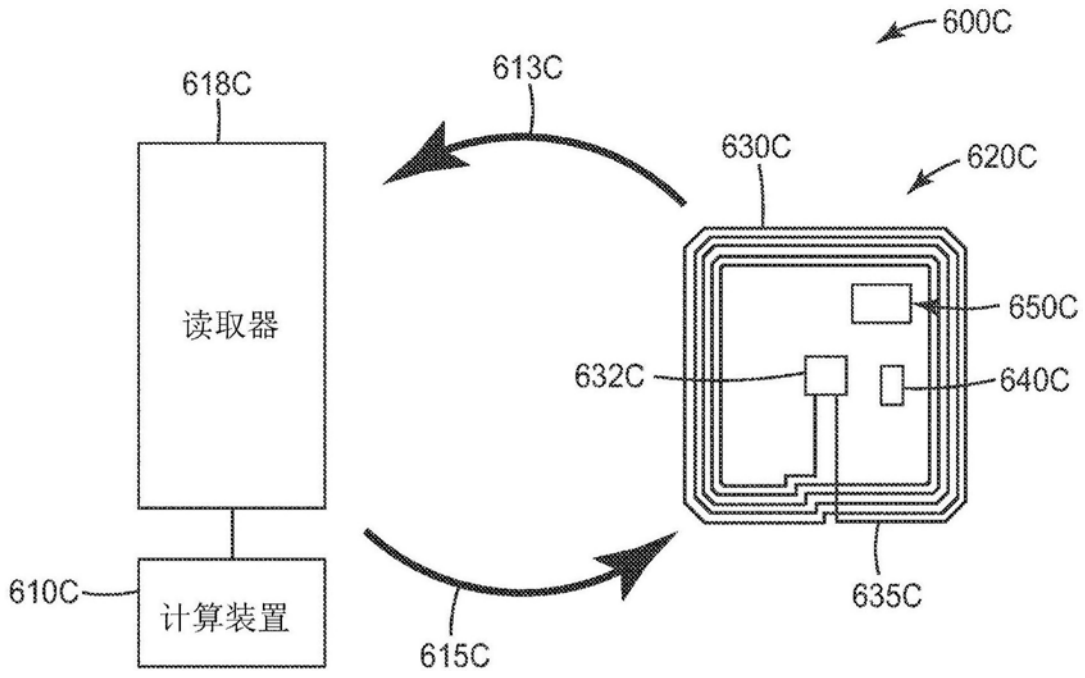


图6C

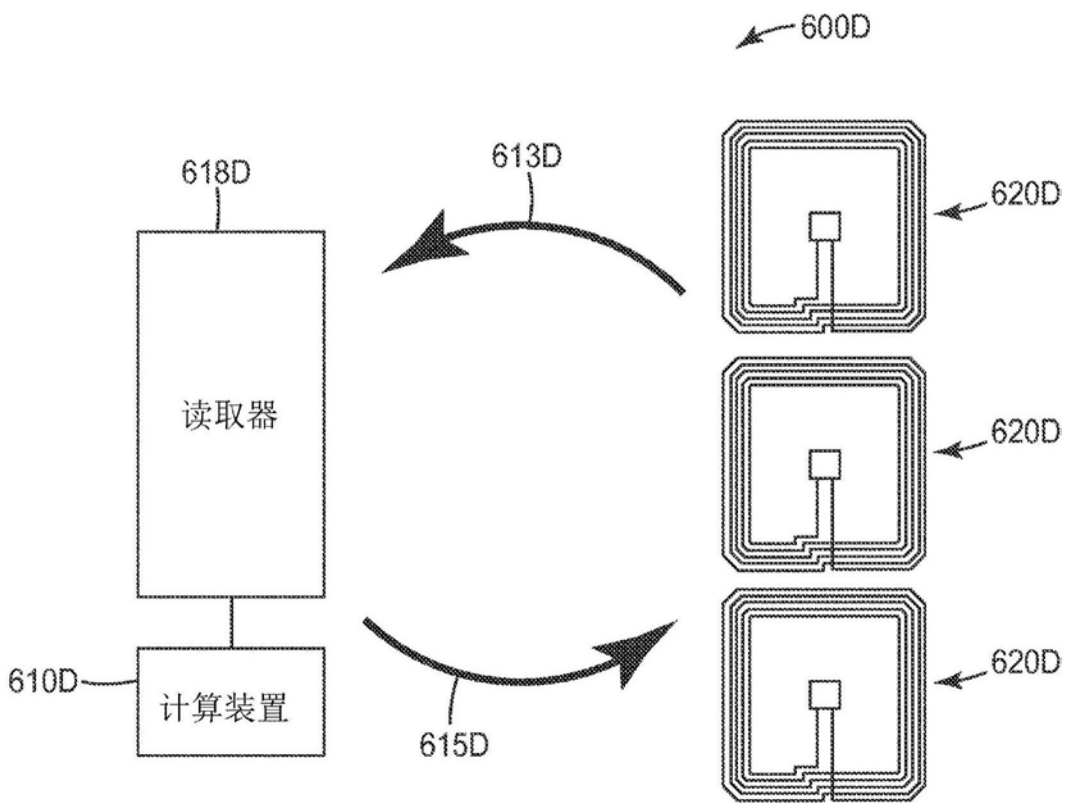


图6D

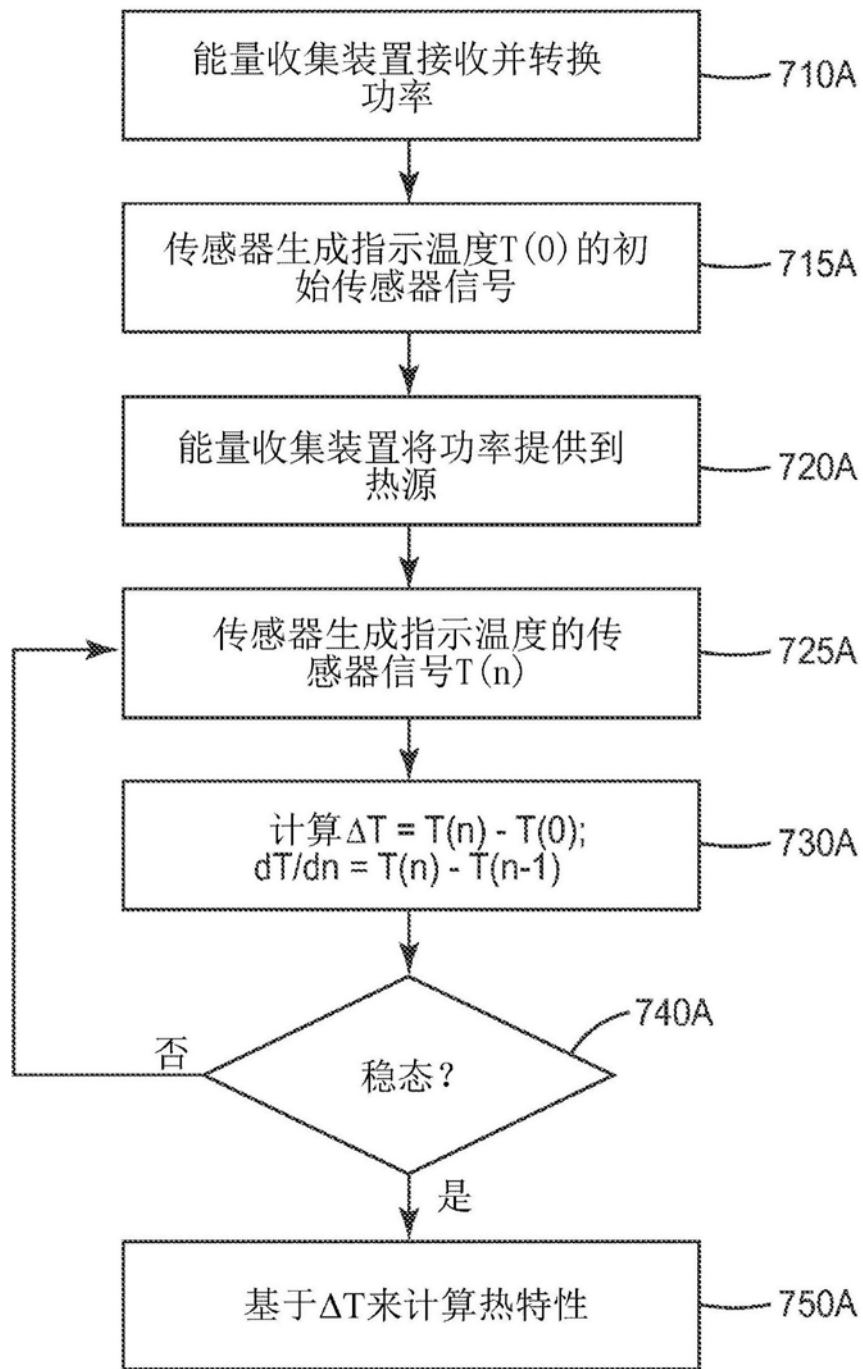


图7A

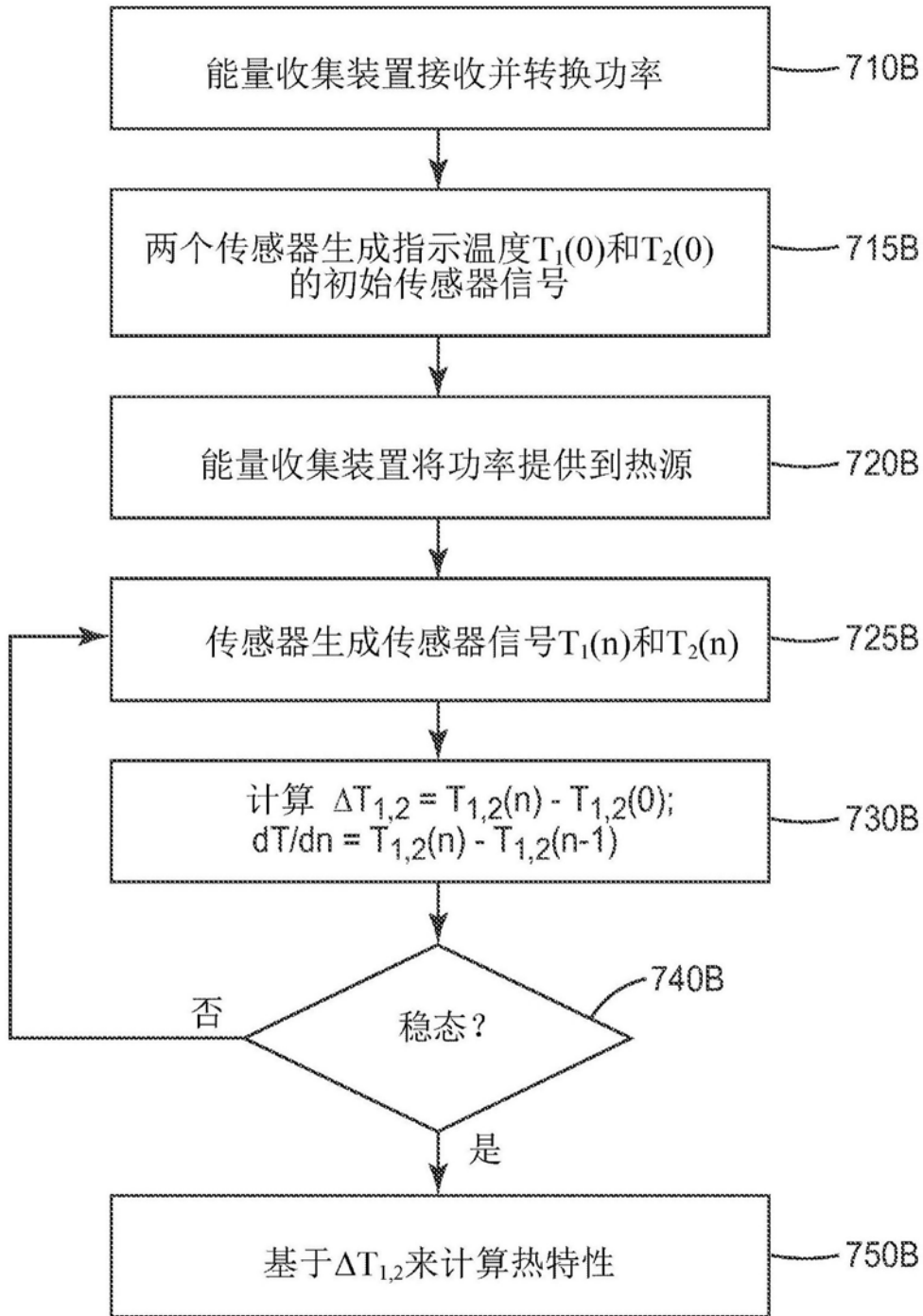


图7B

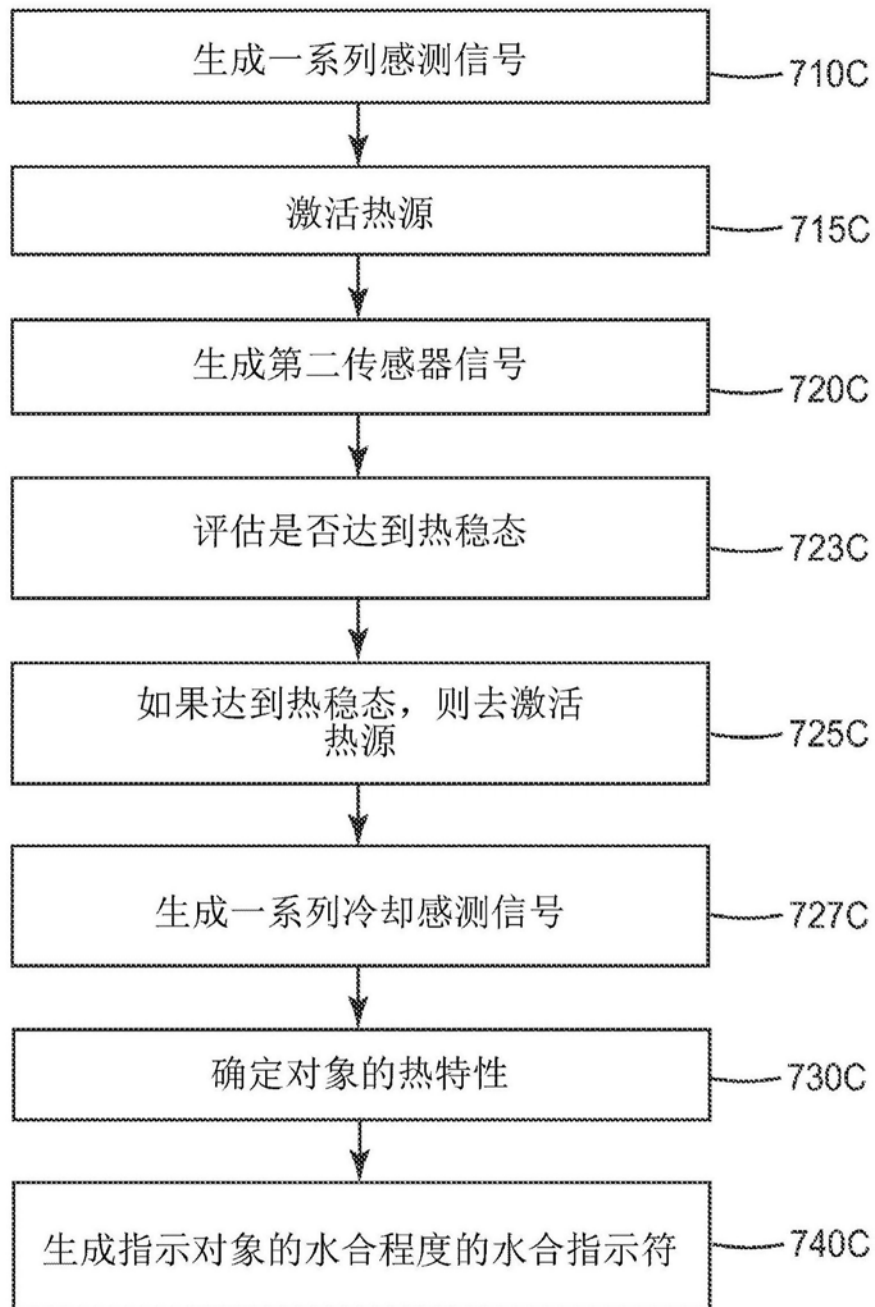


图7C

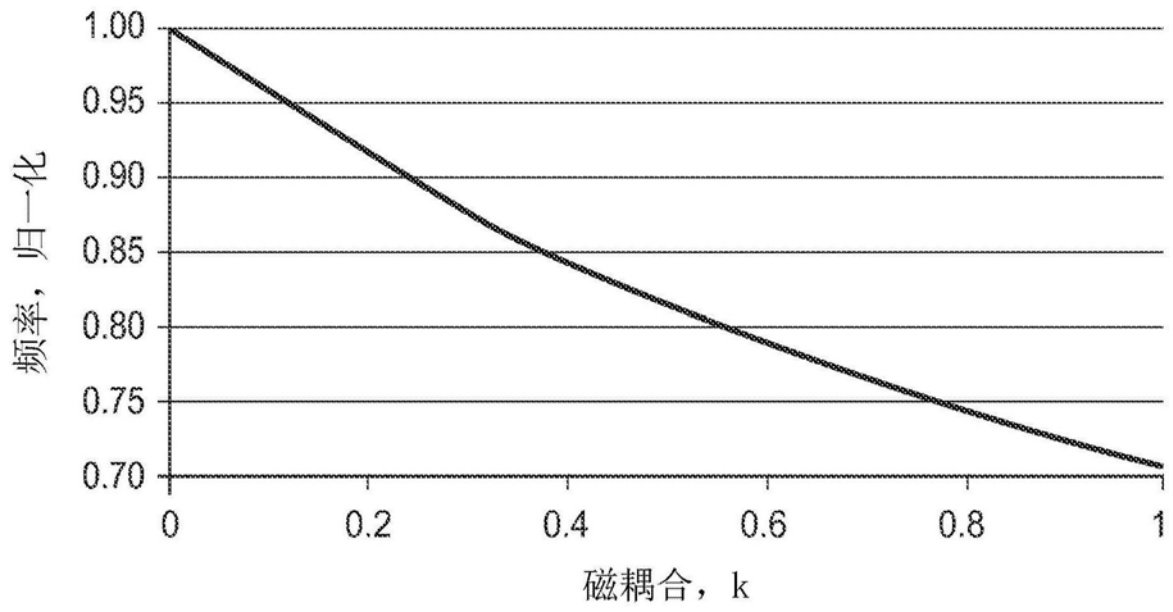


图8A

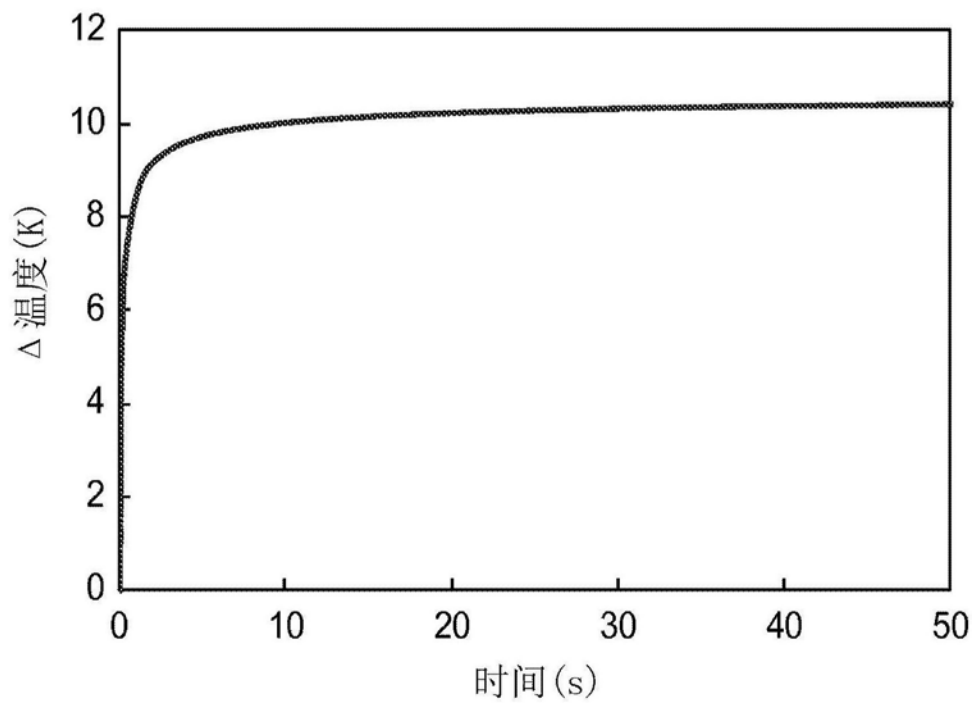


图8B

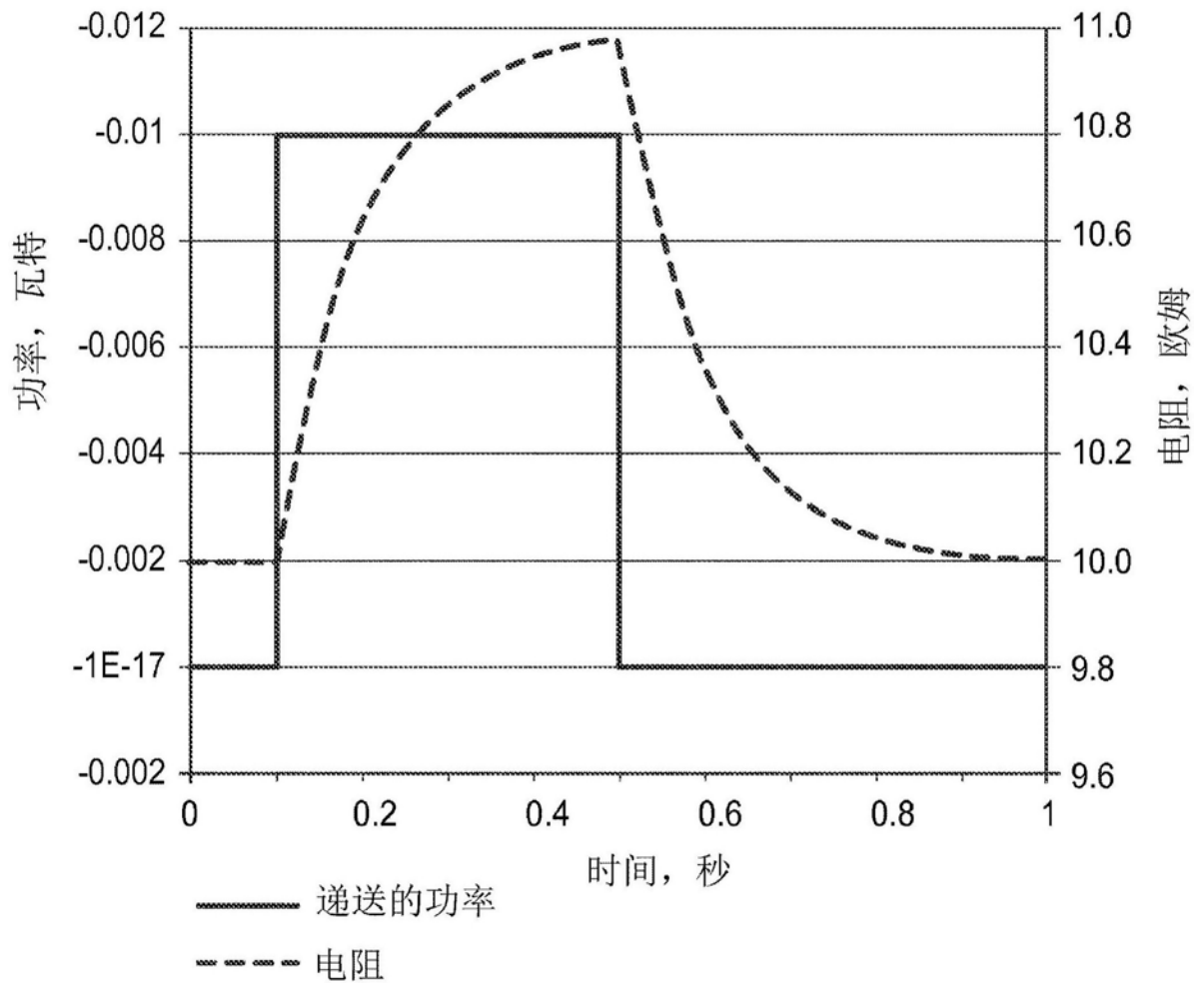


图8C

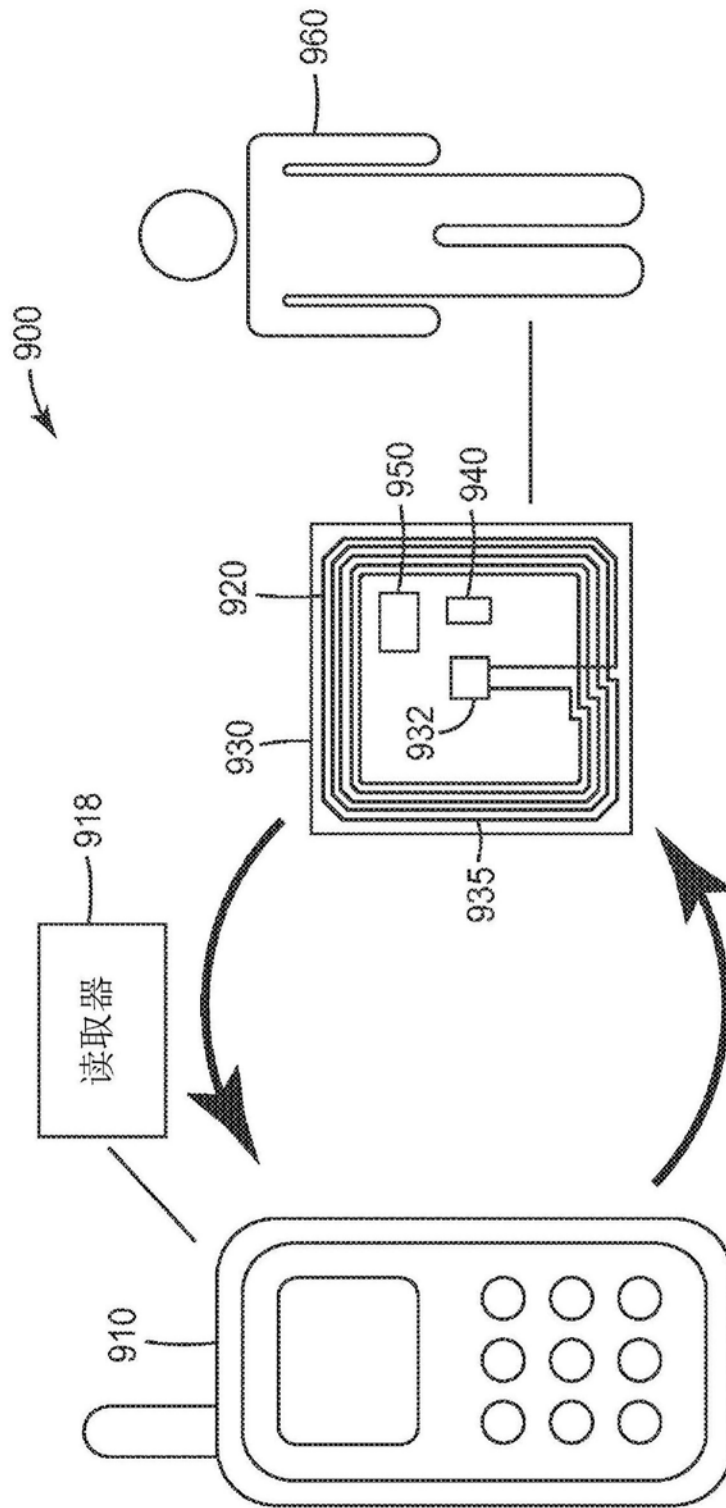


图9A

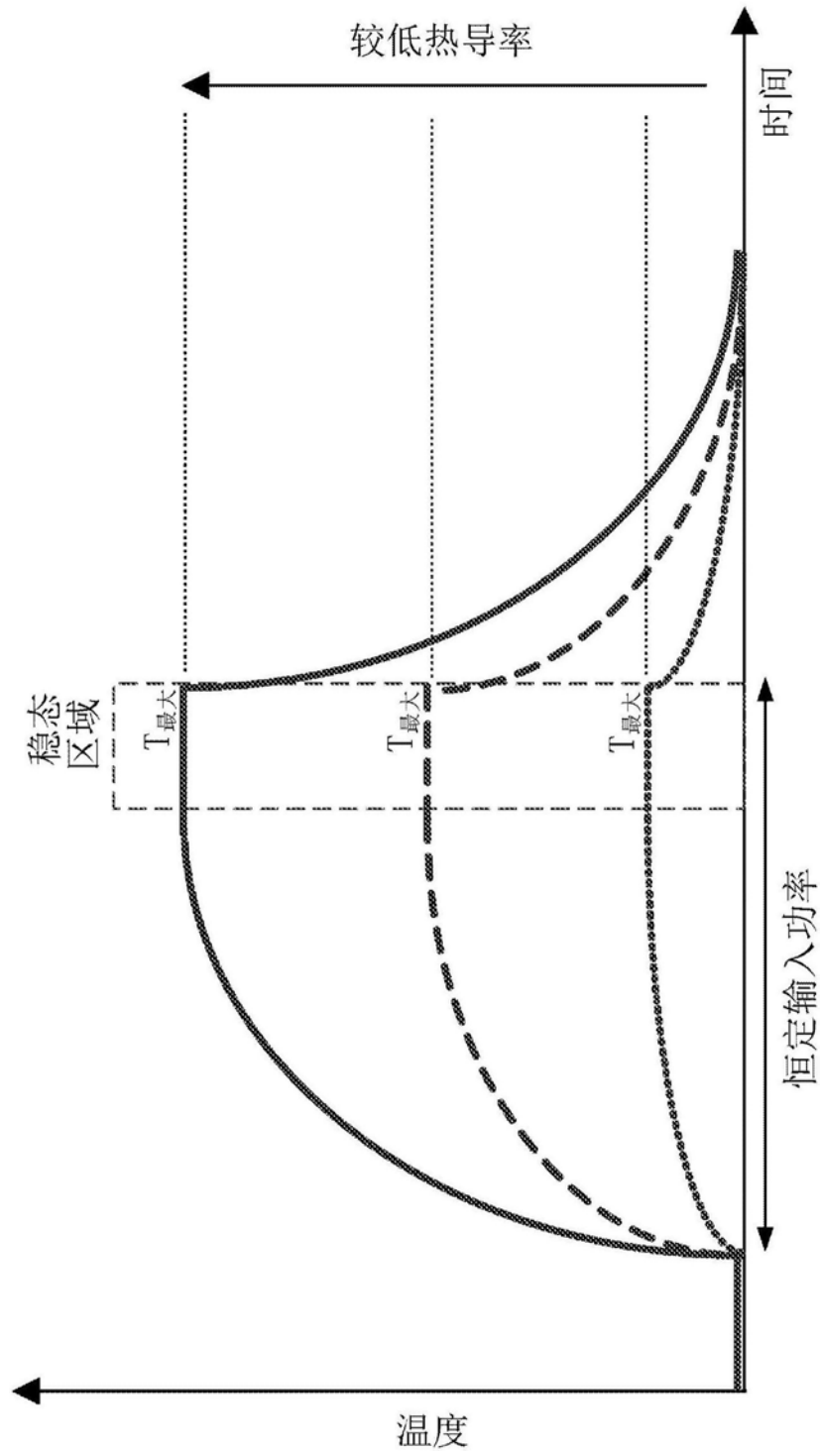


图9B

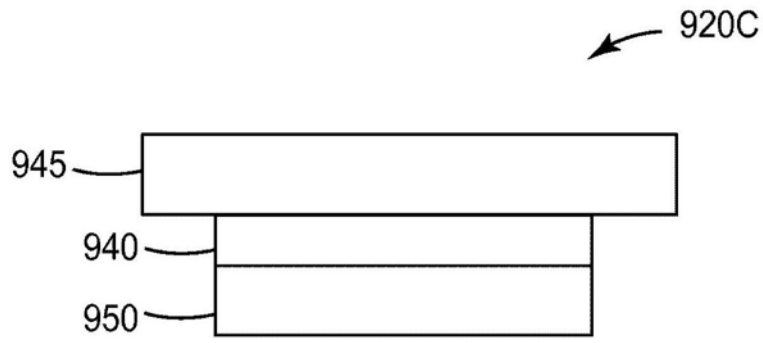


图9C

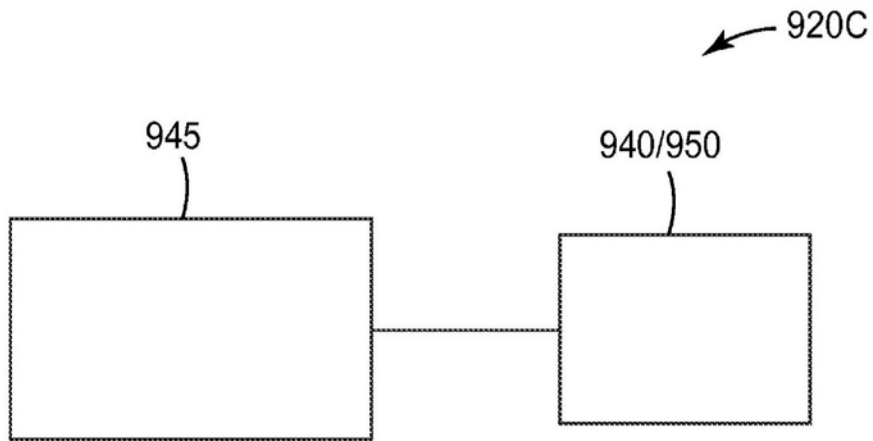


图9D

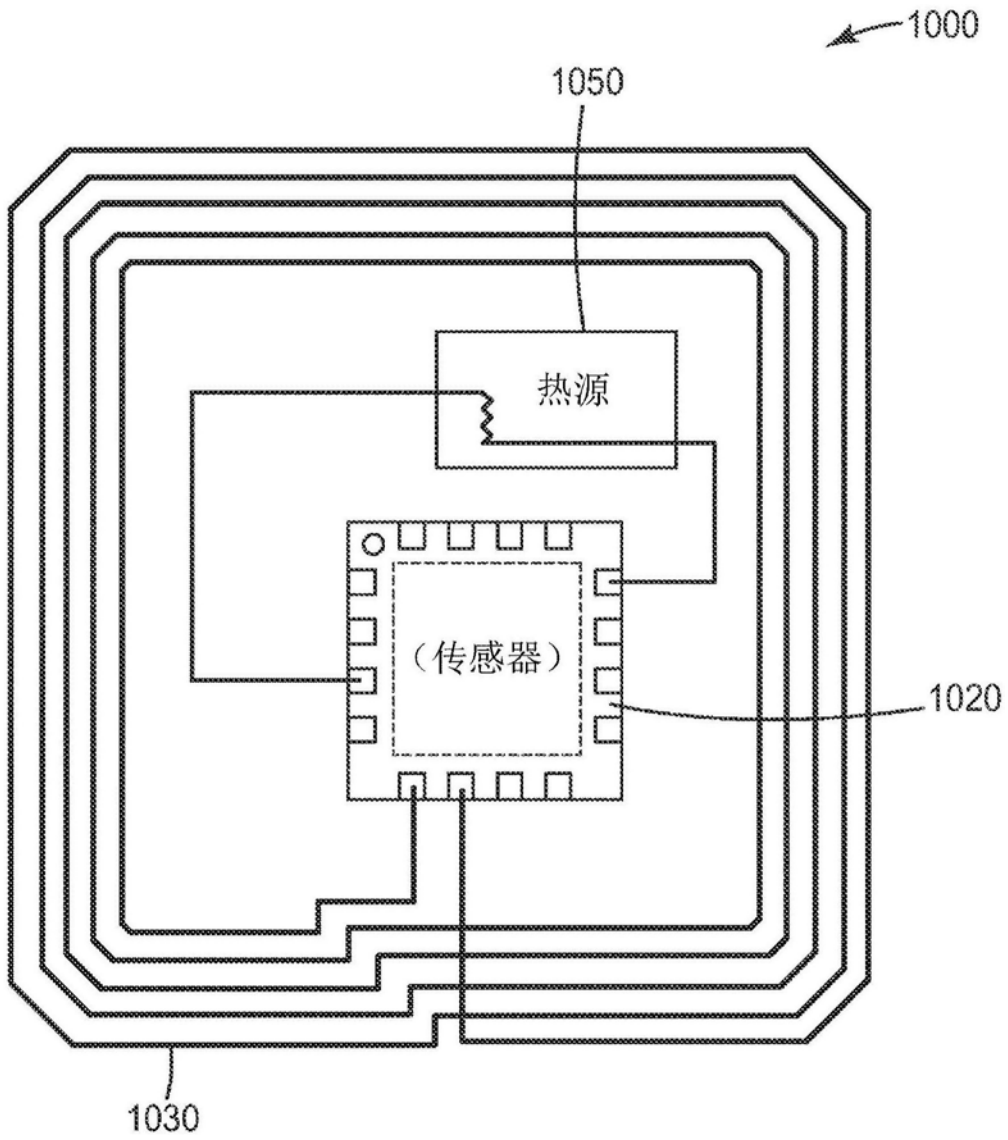


图10

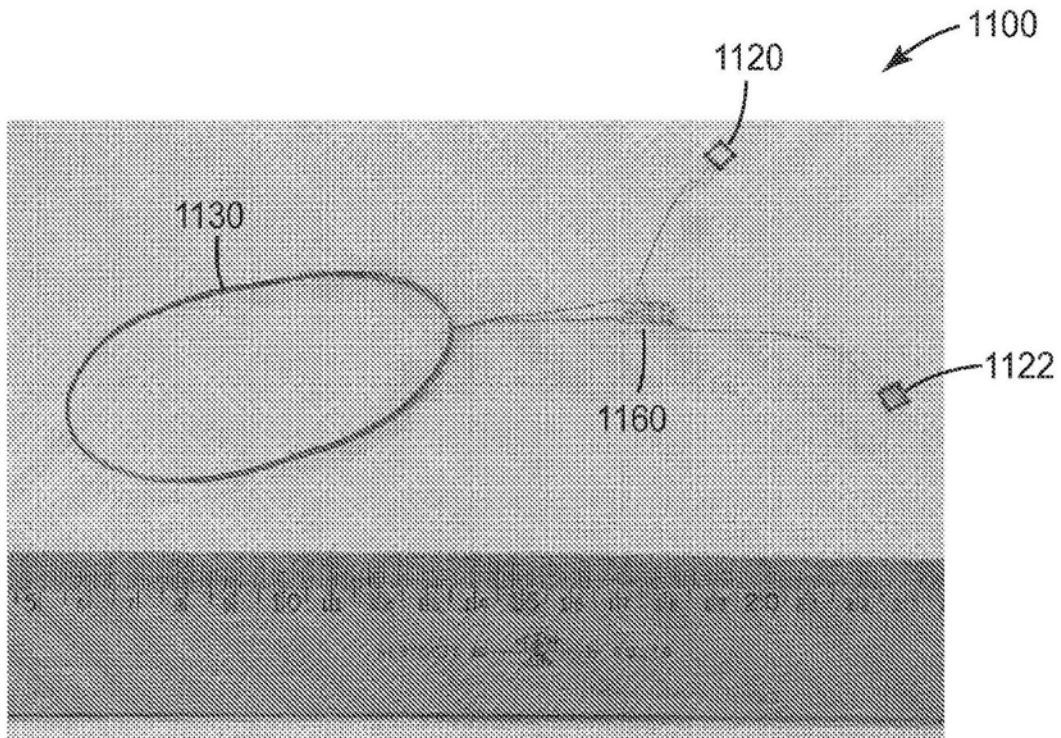


图11

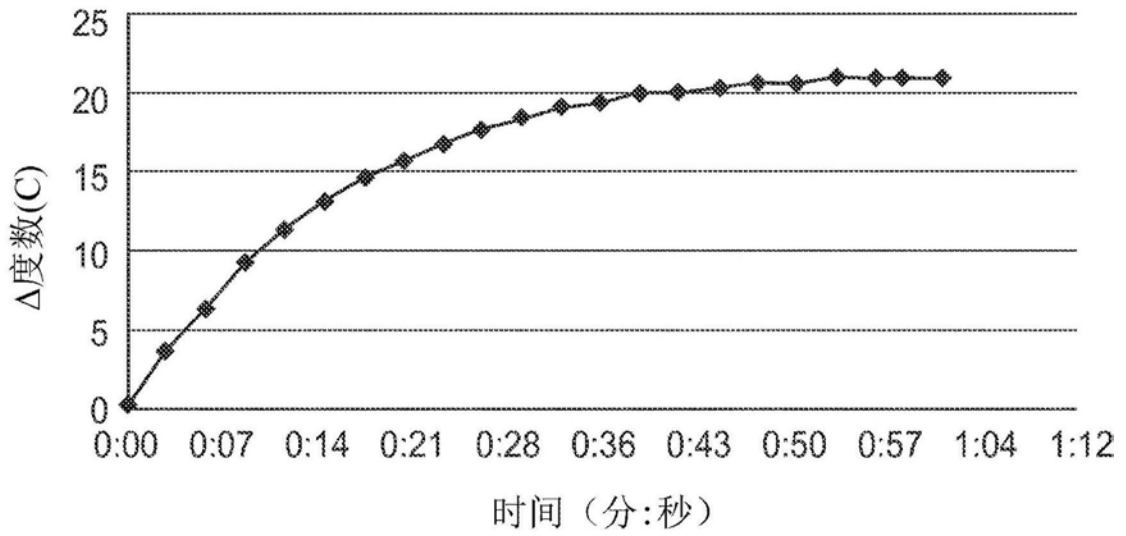


图12

专利名称(译)	无线感测装置以及用于检测水合的方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN107072551A</a>	公开(公告)日	2017-08-18
申请号	CN201580060379.8	申请日	2015-11-02
[标]申请(专利权)人(译)	明尼苏达州采矿制造公司		
申请(专利权)人(译)	3M创新有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	3M创新有限公司		
[标]发明人	罗纳德D耶西 安德鲁P博尼法斯 尼古拉斯 T 加夫列尔 安东尼 J 诺维茨基		
发明人	罗纳德·D·耶西 安德鲁·P·博尼法斯 尼古拉斯·T·加夫列尔 安东尼·J·诺维茨基		
IPC分类号	A61B5/00 G01N27/18		
CPC分类号	A61B5/0008 A61B5/443 A61B2560/0214 G01N27/18 G01N25/56 G01F23/22 H02J50/20		
代理人(译)	王波波		
优先权	62/077009 2014-11-07 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本公开的至少一些方面涉及位于组件中的RF水合传感器，该RF水合传感器包括：基板；设置在基板上天线；电耦合至天线的RF电路；电耦合至RF电路以改变目标区域的热条件的热源；以及感测元件，该感测元件热耦合至热源以感测热源的温度。RF水合传感器从远程收发器无线接收功率并将功率的至少一部分提供到热源。

