



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106442723 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(21)申请号 201610769033.1

(22)申请日 2016.08.30

(71)申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区双清路30号

(72)发明人 冯雪 付际 韩志远 苏红宏

(74)专利代理机构 北京万象新悦知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11360

代理人 王岩

(51)Int.Cl.

G01N 29/04(2006.01)

G01N 29/24(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

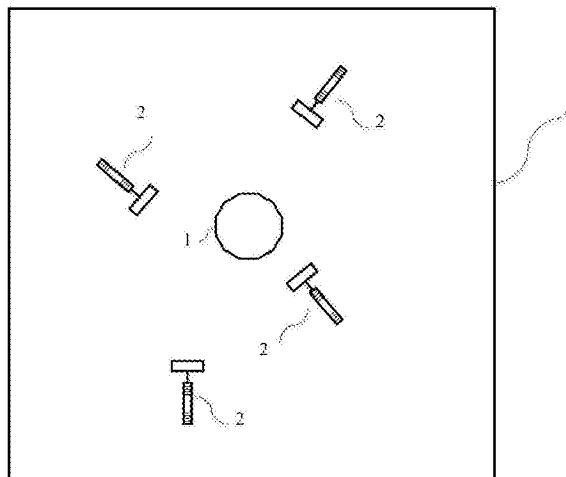
权利要求书3页 说明书6页 附图4页

### (54)发明名称

一种适用于材料表面参数监测的无源传感  
网络及传感方法

### (57)摘要

本发明公开了一种适用于材料表面参数监测的无源传感网络及传感方法。本发明基于一种多方向发射的多角度超声换能器,在该换能器周围布置多个声表面波传感单元,以材料表面本身为声信号传输信道,多角度超声换能器为声表面波传感单元提供瞬时工作能源,并接收声表面波传感单元返回来的监测信号,进而读取分析所测量的材料表面参数;本发明使用材料表面作为超声传输信道,进而解决了衰减、布线和抗干扰等问题;利用声表面波传感单元的瞬时工作特性,使用瞬时声信号提供其工作能源,使得传感器本身不再需要电池供应;利用多角度超声换能器,结合多个声表面波传感单元,实现了材料表面多个参数的多位置同时测量,并形成了测量网络。



1. 一种适用于材料表面参数监测的无源传感网络,其特征在于,所述无源传感网络包括:控制电路、多角度超声换能器和多个声表面波传感单元;其中,所述控制电路电学连接至多角度超声换能器;所述多角度超声换能器半嵌入待测材料表面;在多角度超声换能器的周边布置多个紧贴被测材料表面的声表面波传感单元;所述控制电路发出控制信号至多角度超声换能器,控制信号的形式是电信号;以多角度超声换能器为通讯节点,以待测材料表面作为通讯信道,以声信号作为能量和信号的载体与布置在多角度超声换能器周边的各个声表面波传感单元进行能量或信息传输;多角度超声换能器将电信号转换成声信号;声信号沿待测材料表面传播声表面波传感单元接收声信号,感知所在位置周围的被测材料表面参数,并将携带被测材料表面参数信息的声信号通过被测材料表面返回至多角度超声换能器;所述多角度超声换能器将声信号转变成电信号后传输至控制电路,控制电路分析并提取被测材料表面的信息,进而实现对被测材料表面多点多参数的同时监测。

2. 如权利要求1所述的无源传感网络,其特征在于,所述多角度超声换能器包括中心质量层、主压电晶片层和声匹配层;其中,所述中心质量层的形状为多边形棱台,多边形棱台的边数为3~10个,所述中心质量层采用高密度材料;在多边形棱台形的中心质量层的每一个侧面分别设置一片压电晶片,从而在多边形棱台的侧面一周形成主压电晶片层,在不同方向的压电晶片保持互相独立;在主压电晶片层的外表面设置一层声匹配层;从而形成多边形倒梯台形状的多角度超声换能器,所述多角度超声换能器的上表面小于下表面,多角度超声换能器的上部半嵌入被测材料表面;所述控制电路电学连接至主压电晶片层;控制电路发出电信号至主压电晶片层,引起中心质量层外表面的各个互相独立的压电晶片振动,将电信号转换成声信号,中心质量层通过大的惯性,保证各个相互独立的压电晶片在振动时,多角度超声换能器不偏移,声匹配层降低声信号从多角度超声换能器向被测材料表面传播时的能量衰减;当声表面波传感单元通过被测材料表面返回携带被测材料表面参数信息的声信号时,通过声匹配层降低传播能量衰减,主压电晶片层感受到振动,将声信号转换成电信号,并传输至控制电路。

3. 如权利要求1所述的无源传感网络,其特征在于,所述声表面波传感单元包括:声表面波换能部分和声表面波传感部分,二者之间通过导线连接;所述声表面波换能部分接收沿被测材料表面传播的声信号,并将声信号转换为电信号传输至声表面波传感部分,所述声表面波传感部分感知周围被测材料表面的参数,并将携带被测材料表面参数信息的电信号传输至声表面波换能部分,声表面波换能部分将电信号转换为声信号,并通过被测材料表面传输至多角度超声换能器。

4. 如权利要求3所述的无源传感网络,其特征在于,所述声表面波换能部分包括声阻抗匹配层、单元压电晶片层和大质量结构层;其中,在单元压电晶片层的前表面设置声阻抗匹配层,在单元压电晶片层的后表面设置大质量结构层;声阻抗匹配层面对多角度超声换能器,使得沿被测材料表面传播的声信号低衰减地传输至声表面波换能部分,提高声表面波换能部分的接收效率;单元压电晶片层感受到振动并将声信号转换为电信号,传输至声表面波传感部分;来自声表面波传感部分的电信号引起单元压电晶片层振动,将电信号转换为声信号,大质量结构层保证声新向前传播;声阻抗匹配层使得声信号低衰减地传播至被测材料表面。

5. 如权利要求3所述的无源传感网络,其特征在于,所述声表面波传感部分包括压电薄

片层、敏感层和叉指电极；其中，所述压电薄片层作为声信号的传播介质采用压电材料；所述敏感层和叉指电极分别设置在压电薄片层上；所述叉指电极布置在压电薄片层的中间，或者布置在压电薄片层上位于敏感层的两端；叉指电极采用金属材料；叉指电极将单元压电晶片层传来的电信号转换为声信号并在压电薄片层的表面传播，敏感层感知周围被测材料表面的参数，当参数发生变化时，敏感层与压电薄片层相互作用，并影响声信号表面波传播特性；叉指电极将携带有被测材料表面参数信息的声信号转化成电信号，并传输至单元压电晶片层。

6. 如权利要求1所述的无源传感网络，其特征在于，所述被测材料是软材料，或者是硬材料；如果被测材料是软材料，多角度超声换能器和声表面波换能部分的上表面紧贴被测材料表面，并施加压力压入软材料内，使得软材料变形发生凹陷，从而多角度超声换能器和声表面波换能部分的上半嵌入被测材料表面内；如果被测材料是硬材料，则事先在被测材料表面预置与多角度超声换能器和声表面波换能部分相匹配的凹陷，从而使得二者的上半嵌入被测材料表面内。

7. 一种适用于材料表面参数监测的无源传感网络的传感方法，其特征在于，所述传感方法包括以下步骤：

- 1) 控制电路发出控制信号至多角度超声换能器，控制信号的形式是电信号；
- 2) 多角度超声换能器将电信号转换成声信号；
- 3) 声信号沿待测材料表面传播；
- 4) 声表面波传感单元接收声信号，并将声信号转换成电信号；
- 5) 声表面波传感单元感知所在位置周围的被测材料表面参数；
- 6) 声表面波传感单元将携带被测材料表面参数信息的声信号通过被测材料表面返回至多角度超声换能器；
- 7) 多角度超声换能器将声信号转变成电信号后传输至控制电路；
- 8) 控制电路分析并提取被测材料表面的信息，进而实现对被测材料表面多点多参数的同时监测。

8. 如权利要求7所述的传感方法，其特征在于，在步骤2) 中，多角度超声换能器将电信号转换成声信号，具体包括以下步骤：

- a) 从控制电路发来的电信号至主压电晶片层，引起中心质量层外表面的各个互相独立的压电晶片振动，将电信号转换成声信号；
- b) 中心质量层通过大的惯性，保证各个相互独立的压电晶片在振动时，多角度超声换能器不会有大的位置偏移；
- c) 声匹配层降低了声信号从多角度超声换能器向被测材料表面传播时的能量衰减，提高传播效率。

9. 如权利要求7所述的传感方法，其特征在于，在步骤5) 中，声表面波传感单元感知被测材料表面参数，具体包括以下步骤：

- a) 叉指电极将单元压电晶片层传来的电信号转换为声信号并在压电薄片层的表面传播；
- b) 敏感层感知周围被测材料表面的参数，当参数发生变化时，敏感层与压电薄片层相互作用，并影响声信号表面波传播特性；

c) 叉指电极将携带有被测材料表面参数信息的声信号转化成电信号,并传输至单元压电晶片层。

10. 如权利要求7所述的传感方法,其特征在于,在步骤6)中,声表面波传感单元将声信号通过被测材料表面返回至多角度超声换能器,具体包括以下步骤:

a) 来自声表面波传感部分的电信号引起单元压电晶片层振动,将电信号转换为声信号;

b) 大质量结构层保证声信号朝给定方向传播;

c) 声阻抗匹配层使得声信号低衰减地传播至被测材料表面,提高传播效率。

## 一种适用于材料表面参数监测的无源传感网络及传感方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于检测传感领域,具体涉及一种适用于材料表面参数监测的无源传感网络及传感方法。

### 背景技术

[0002] 人体体表的生理参数包括温度、湿度、排汗量、PH值以及由心跳、呼吸和脉搏引起的体表变形等指标。这些生理参数直接反应了人体生命活动的状态,通过对这些参数的准确测量,可以对人体健康状态进行监测,或对人体疾病进行诊断以及指导手术和用药。

[0003] 传统上,对这类体表生理参数测量的方法多依赖于体外仪器,例如温度计、湿度计或血压计等。这类仪器的使用多需要使用人的手动操作,自动化程度和准确度相对较低,且每次只能测得单一时刻、单一位置和单一参数的数据。而近年来,随着科学技术的发展,出现了大量的用于体表生理参数监测的可穿戴智能设备,例如智能手环、手表等。这类智能可穿戴设备的特点在于,可以实现人体体表生理参数的自动化测量和存储,并且已经达到了相对高的一个准确度。

[0004] 然而,当前这些可穿戴设备的设备存在以下两个重大的缺点:

[0005] 1、只能完成穿戴设备与皮肤接触处的单一位置的参数测量,而不能实现多点多位置的同时采集或测量,或者不能形成测量网络;

[0006] 2、这类采集设备需要持续的电源供应,因此需要内置电源,但由于可穿戴设备的体积和重量均不能过大,因此电源的供电时间十分有限,进而导致传感器工作时间受到限制。

### 发明内容

[0007] 为了解决体表多生理参数多点测量问题,并解决传感器持续工作的能源供应问题,本发明提出了适用于材料表面生理参数监测的无源传感网络。本发明基于一种多方向发射的多角度超声换能器,在该换能器周围布置多个声表面波传感单元,以材料表面本身为声信号传输信道,多角度超声换能器为声表面波传感单元提供瞬时工作能源,并接收声表面波传感单元返回来的监测信号,进而读取分析所测量的材料表面参数数据。

[0008] 本发明的一个目的在于提出一种适用于材料表面参数监测的无源传感网络。

[0009] 本发明的适用于材料表面参数监测的无源传感网络包括:控制电路、多角度超声换能器和多个声表面波传感单元;其中,控制电路电学连接至多角度超声换能器;多角度超声换能器半嵌入待测材料表面;在多角度超声换能器的周边布置多个紧贴被测材料表面的声表面波传感单元;控制电路发出控制信号至多角度超声换能器,控制信号的形式是电信号;以多角度超声换能器为通讯节点,以待测材料表面作为通讯信道,以声信号作为能量和信号的载体与布置在多角度超声换能器周边的各个声表面波传感单元进行能量或信息传输;多角度超声换能器将电信号转换成声信号;声信号沿待测材料表面传播声表面波传感单元接收声信号,感知所在位置周围的被测材料表面参数,并将携带被测材料表面参数信

息的声信号通过被测材料表面返回至多角度超声换能器;多角度超声换能器将声信号转变成电信号后传输至控制电路,控制电路分析并提取被测材料表面的信息,进而实现对被测材料表面多点多参数的同时监测。

[0010] 控制电路包括:能量发出模块和信号分析模块;其中,能量发出模块发出带有能量的控制信号,例如瞬时脉冲等,并传输至多角度超声换能器;信号分析模块处理多角度超声换能器收到的声信号,提取和分析被测材料表面的信息。

[0011] 多角度超声换能器包括中心质量层、主压电晶片层和声匹配层;其中,中心质量层的形状为多边形棱台,多边形棱台的边数为3~10个,中心质量层采用高密度材料;在多边形棱台形的中心质量层的每一个侧面分别设置一片压电晶片,从而在多边形棱台的侧面一周形成主压电晶片层,在不同方向的压电晶片保持互相独立;在主压电晶片层的外表面设置一层声匹配层;从而形成多边形倒梯台形状的多角度超声换能器,多角度超声换能器的上表面小于下表面,多角度超声换能器的上部半嵌入被测材料表面;控制电路电学连接至主压电晶片层;控制电路发出电信号至主压电晶片层,引起中心质量层外表面的各个互相独立的压电晶片振动,将电信号转换成声信号,中心质量层通过大的惯性,保证各个相互独立的压电晶片在振动时,多角度超声换能器不会有大的位置偏移,声匹配层降低了声信号从多角度超声换能器向被测材料表面传播时的能量衰减,提高传播效率;当声表面波传感单元通过被测材料表面返回携带被测材料表面参数信息的声信号时,通过声匹配层降低传播能量衰减,主压电晶片层感受到振动,将声信号转换成电信号,并传输至控制电路。

[0012] 声表面波传感单元包括:声表面波换能部分和声表面波传感部分,二者之间通过导线连接;声表面波换能部分接收沿被测材料表面传播的声信号,并将声信号转换为电信号传输至声表面波传感部分,声表面波传感部分感知周围被测材料表面的参数,并将携带被测材料表面参数信息的电信号传输至声表面波换能部分,声表面波换能部分将电信号转换为声信号,并通过被测材料表面传输至多角度超声换能器。声表面波换能部分的上表面小于下表面,声表面波换能部分的上部半嵌入至被测材料表面内。

[0013] 声表面波换能部分包括声阻抗匹配层、单元压电晶片层和大质量结构层;其中,在单元压电晶片层的前表面设置声阻抗匹配层,在单元压电晶片层的后表面设置大质量结构层;声阻抗匹配层面对多角度超声换能器,使得沿被测材料表面传播的声信号低衰减地传输至声表面波换能部分,提高声表面波换能部分的接收效率;单元压电晶片层感受到振动并将声信号转换为电信号,传输至声表面波传感部分;来自声表面波传感部分的电信号引起单元压电晶片层振动,将电信号转换为声信号,大质量结构层保证声信号朝给定的向前方向传播;声阻抗匹配层使得声信号低衰减地传播至被测材料表面,提高传播效率。

[0014] 单元压电晶片层为平板状,阻抗匹配层的后表面和大质量结构层的前表面为平面,分别设置在单元压电晶片层的前表面和后表面;阻抗匹配层和大质量结构层的上表面均小于下表面。声表面波换能部分的上表面和下表面与前表面和后表面垂直。

[0015] 声表面波传感部分包括压电薄片层、敏感层和叉指电极;其中,压电薄片层作为声信号的传播介质采用压电材料;敏感层和叉指电极分别设置在压电薄片层上;叉指电极布置在压电薄片层的中间,或者布置在压电薄片层上位于敏感层的两端;叉指电极采用金属材料;叉指电极将单元压电晶片层传来的电信号转换为声信号并在压电薄片层的表面传播,敏感层感知周围被测材料表面的参数,当参数(温度、湿度)发生变化时,敏感层与压电

薄片层相互作用,并影响声信号表面波传播特性;又指电极将携带有被测材料表面参数信息的声信号转化成电信号,并传输至单元压电晶片层。

[0016] 被测材料可以是软材料,也可以是硬材料;如果被测材料是软材料,多角度超声换能器和声表面波换能部分的上表面紧贴被测材料表面,并施加压力压入软材料内,使得软材料变形发生凹陷,从而多角度超声换能器和声表面波换能部分的上面半嵌入被测材料表面内;如果被测材料是硬材料,则事先在被测材料表面预置与多角度超声换能器和声表面波换能部分相匹配的凹陷,从而使得二者的上面半嵌入被测材料表面内。

[0017] 本发明的另一个目的在于提供一种适用于材料表面参数监测的无源传感网络的传感方法。

[0018] 本发明的适用于材料表面参数监测的无源传感网络的传感方法,包括以下步骤:

[0019] 1) 控制电路发出控制信号至多角度超声换能器,控制信号的形式是电信号;

[0020] 2) 多角度超声换能器将电信号转换成声信号;

[0021] 3) 声信号沿待测材料表面传播;

[0022] 4) 声表面波传感单元接收声信号,并将声信号转换成电信号;

[0023] 5) 声表面波传感单元感知所在位置周围的被测材料表面参数;

[0024] 6) 声表面波传感单元将携带被测材料表面参数信息的声信号通过被测材料表面返回至多角度超声换能器;

[0025] 7) 多角度超声换能器将声信号转变成电信号后传输至控制电路;

[0026] 8) 控制电路分析并提取被测材料表面的信息,进而实现对被测材料表面多点多参数的同时监测。

[0027] 其中,在步骤2)中,多角度超声换能器将电信号转换成声信号,具体包括以下步骤:

[0028] a) 从控制电路发来的电信号至主压电晶片层,引起中心质量层外表面的各个互相独立的压电晶片振动,将电信号转换成声信号;

[0029] b) 中心质量层通过大的惯性,保证各个相互独立的压电晶片在振动时,多角度超声换能器不会有大的位置偏移;

[0030] c) 声匹配层降低了声信号从多角度超声换能器向被测材料表面传播时的能量衰减,提高传播效率。

[0031] 在步骤3)中,多角度超声换能器和声表面波换能部分的上部半嵌入被测材料表面内,从而主压电晶片层通过声匹配层与被测材料表面进行声信号通讯传播,以及单元压电晶片层通过声阻抗匹配层与被测材料表面进行声信号通讯传播。

[0032] 在步骤4)中,声表面波传感单元接收声信号,并将声信号转换成电信号,具体包括以下步骤:

[0033] a) 声阻抗匹配层面对多角度超声换能器,使得沿被测材料表面传播的声信号低衰减地传输至声表面波换能部分;

[0034] b) 单元压电晶片层感受到振动并将声信号转换为电信号,传输至声表面波传感部分。

[0035] 在步骤5)中,声表面波传感单元感知被测材料表面参数,具体包括以下步骤:

[0036] a) 又指电极将单元压电晶片层传来的电信号转换为声信号并在压电薄片层的表

面传播；

[0037] b) 敏感层感知周围被测材料表面的参数,当参数发生变化时,敏感层与压电薄片层相互作用,并影响声信号表面波传播特性;

[0038] c) 叉指电极将携带有被测材料表面参数信息的声信号转化成电信号,并传输至单元压电晶片层。

[0039] 在步骤6)中,声表面波传感单元将声信号通过被测材料表面返回至多角度超声换能器,具体包括以下步骤:

[0040] a) 来自声表面波传感部分的电信号引起单元压电晶片层振动,将电信号转换为声信号;

[0041] b) 大质量结构层保证声信号朝给定方向传播;

[0042] c) 声阻抗匹配层使得声信号低衰减地传播至被测材料表面,提高传播效率。

[0043] 在步骤7)中,多角度超声换能器将声信号转变成电信号后传输至控制电路,具体包括以下步骤:

[0044] a) 通过被测材料表面返回的携带被测材料表面参数信息的声信号,通过声匹配层使得降低能量衰减地传播至主压电晶片;

[0045] b) 主压电晶片层感受到振动,将声信号转换成电信号,并传输至控制电路。

[0046] 在步骤8)中,控制电路处理分析,提取出被测材料表面的信息,具体包括:控制电路的信号分析模块处理多角度超声换能器收到的声信号,通过监测返回的声信号中波峰之间的时间差,或者声信号的频谱特性来判断被测材料表面的内部物质的特征。

[0047] 本发明的无源传感网络可以用于工程结构表面参数测量或人体表面的生理参数监测。

[0048] 本发明的优点:

[0049] 利用声信号在材料表面传播衰减小的特点,使用材料表面作为超声传输信道,进而解决了衰减、布线和抗干扰等问题;利用声表面波传感单元的瞬时工作特性,使用瞬时声信号提供其工作能源,使得传感器本身不再需要电池供应;利用多角度超声换能器,结合多个声表面波传感单元,实现了材料表面多个参数的多位置同时测量,并形成了测量网络。

## 附图说明

[0050] 图1为本发明的适用于材料表面参数监测的无源传感网络的示意图;

[0051] 图2为本发明的适用于材料表面参数监测的无源传感网络的信号连接及声电转换方式的结构框图;

[0052] 图3为本发明的适用于材料表面参数监测的无源传感网络的多角度超声换能器的示意图,其中,(a)为轴侧图,(b)为侧视图;

[0053] 图4为本发明的适用于材料表面参数监测的无源传感网络的多角度超声换能器与声表面波传感单元通讯的示意图;

[0054] 图5为本发明的适用于材料表面参数监测的无源传感网络的声表面波传感单元的示意图,其中,(a)为俯视图,(b)为侧视图;

[0055] 图6为本发明的适用于材料表面参数监测的无源传感网络用于检测人体温度的曲线图。



## 具体实施方式

[0056] 下面结合附图,通过具体实施例,进一步阐述本发明。

[0057] 如图1所示,本实施例的适用于材料表面参数监测的无源传感网络包括:控制电路3、多角度超声换能器1和多个声表面波传感单元2;其中,控制电路电学连接至多角度超声换能器1;多角度超声换能器1半嵌入待测材料表面4;在多角度超声换能器的周边布置多个紧贴被测材料表面的声表面波传感单元2。信号连接及声电转换方式如图2所示。

[0058] 如图3所示,多角度超声换能器包括中心质量层13、主压电晶片层12和声匹配层11;其中,中心质量层13的形状为8边形棱台,中心质量层13采用高密度材料;在多边形棱台形的中心质量层的每一个侧面分别设置一片压电晶片,从而在多边形棱台的侧面一周形成主压电晶片层12,在不同方向的压电晶片保持互相独立;在主压电晶片层的外表面设置一层声匹配层13;从而形成多边形倒梯台形状的多角度超声换能器,多角度超声换能器的上表面小于下表面。在本实施例中,控制电路3设置在中心质量层13的上表面。

[0059] 如图4所示,多角度超声换能器1以被测材料表面作为通讯信道,与声表面波传感单元2声信号传输。

[0060] 如图5所示,声表面波传感单元包括:声表面波换能部分和声表面波传感部分;声表面波换能部分包括声阻抗匹配层21、单元压电晶片层22和大质量结构层23;其中,在单元压电晶片层22的前表面设置声阻抗匹配层21,在单元压电晶片层的后表面设置大质量结构层23。声表面波传感部分包括压电薄片层24、敏感层25和叉指电极26;其中,压电薄片层24作为声信号的传播介质采用压电材料;敏感层25和叉指电极26分别设置在压电薄片层上;叉指电极26布置在压电薄片层上位于敏感层25的两端。

[0061] 无源传感网络可贴于人体体表,如腹部、背部、上肢或者下肢等位置,传感网络的中心节点是多角度超声换能器结构1,该节点负责提供脉冲能量并处理返回来的声信号。在多角度超声换能器结构1周围,布有多个声表面波传感单元2,多角度超声换能器结构1和声表面波传感单元2之间以人体为通信信道,以声波为能量和信号的载体进行能量或信息传输。声表面波传感单元2可实现对多种生理参数的测量,以腹部为例,可监测的参数包括但不限于体温,心跳信号,呼吸信号,膀胱信号等。

[0062] 当人体生理参数发生定量变化时,会导致声表面波传感部分的敏感层的物体特性变化,或者直接导致声表面波传感部分本身物理特性发生变化,由此导致声表面波传感部分的波速或者共振频率也会发生相应的定量变化,因此可以通过监测返回的声信号中波峰之间的时间差,或者声信号的频谱特性来判断生理信号的特性。另外,当叉指电极布置在压电薄片层上位于敏感层的两端时,可检测信号中的波速变化;当叉指电极布置在压电薄片层的中间时,可检测信号中的共振频率变化。

[0063] 这里以对人体温度的检测为例,说明本发明所用的声表面波传感单元对体表信号的检测原理:

[0064] 当人体体表温度发生变化时,会导致声表面波传感部分构成材料的声波波速发生变化,声表面波传感部分上叉指电极的几何间距也会发生相应的变化。这些变化会导致声表面波传感部分的共振频率发生定量的变化,也会导致声表面波传感部分在返回给换能器的信号中,波峰与波峰之间的时间差(亦即波速)发生变化。而如图6所示,体表温度的变化,

与声表面波传感单元的频率变化或者波速的变化之间呈定量的关系,故可以从声表面波传感部分返回的信号中,通过频谱分析或者测量峰峰时间差,来反算人体体表温度。

[0065] 除用于人体表面外,该测量网络还可用于工程结构表面,例如:可将该测量网络设于飞行器上,用于检测飞行各部分的是否受到鸟撞击或者损伤;可将该网络设于大跨度桥梁的拉索上,用于检测拉索的拉力及振动情况;可将改网络设于石油管道上,用于检测漏油及油量传输情况。

[0066] 最后需要注意的是,公布实施例的目的在于帮助进一步理解本发明,但是本领域的技术人员可以理解:在不脱离本发明及所附的权利要求的精神和范围内,各种替换和修改都是可能的。因此,本发明不应局限于实施例所公开的内容,本发明要求保护的范围以权利要求书界定的范围为准。

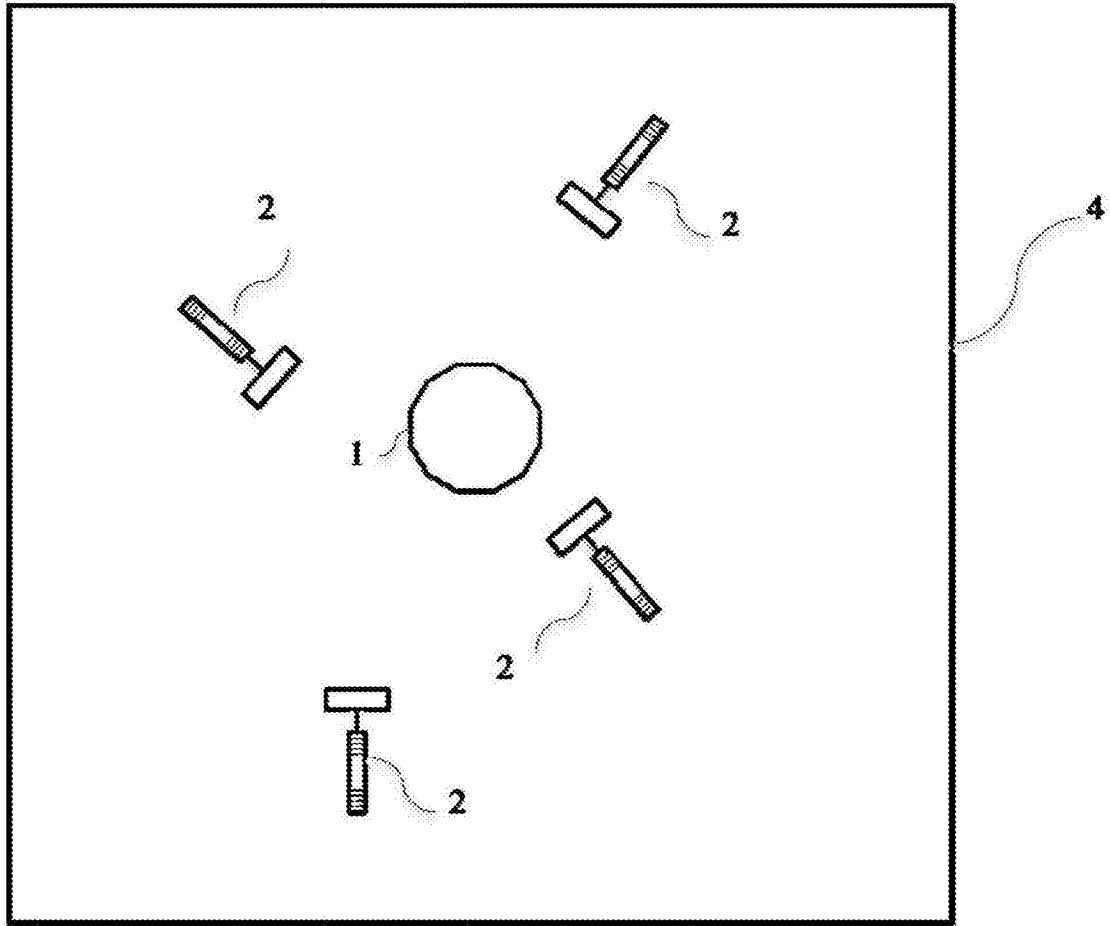


图1



图2

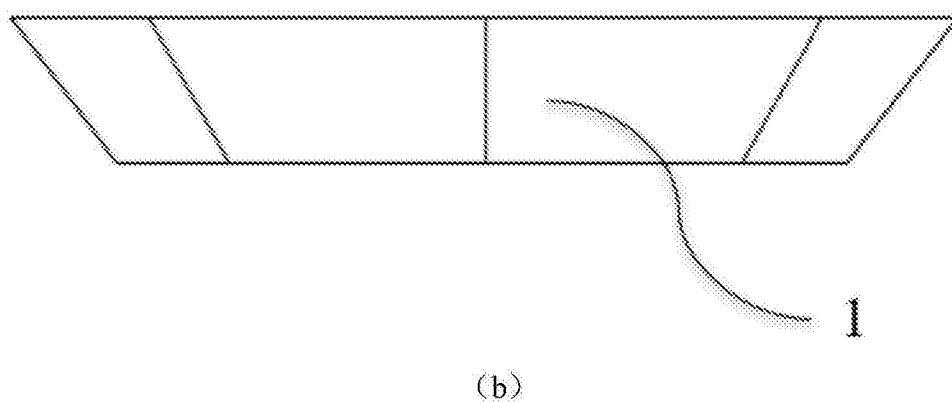
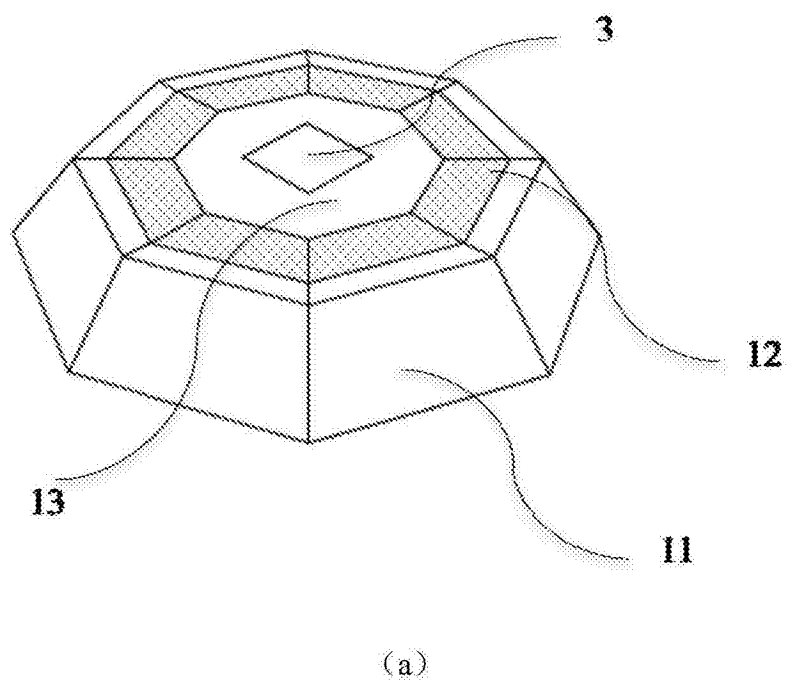


图3

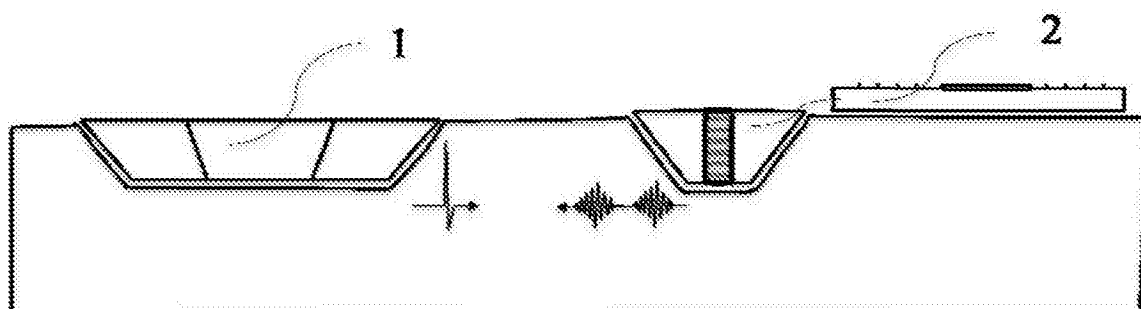


图4

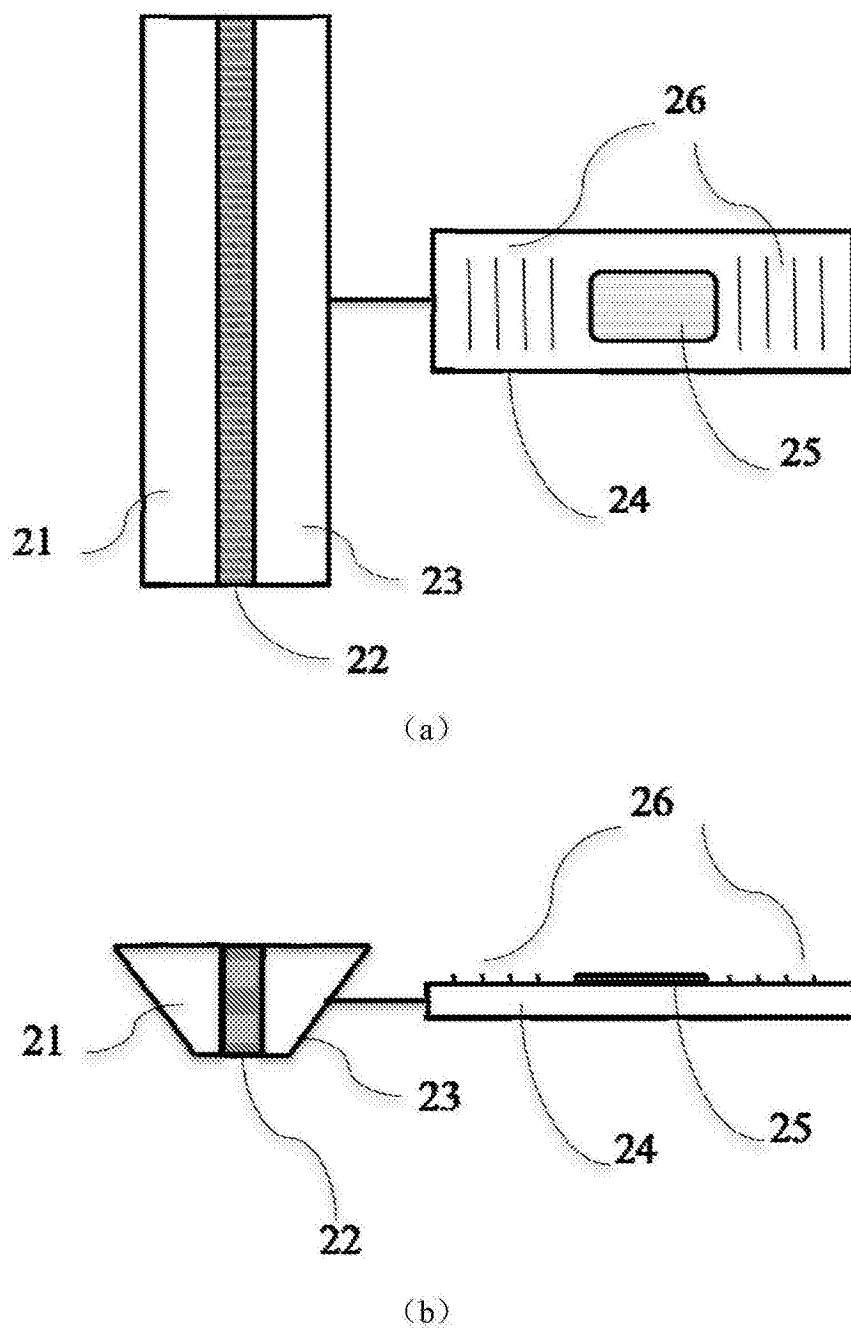


图5

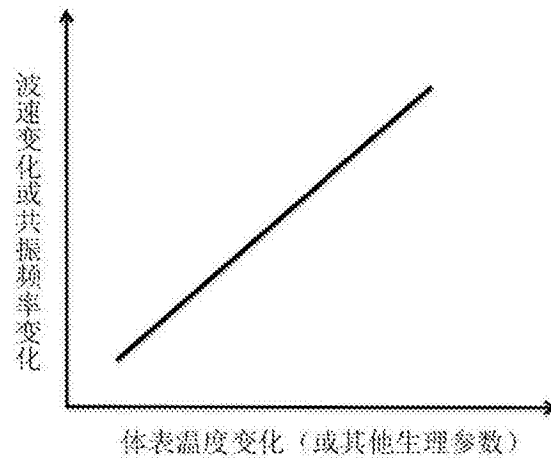


图6

|                |                                                             |         |            |
|----------------|-------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 一种适用于材料表面参数监测的无源传感网络及传感方法                                   |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN106442723A</a>                                | 公开(公告)日 | 2017-02-22 |
| 申请号            | CN201610769033.1                                            | 申请日     | 2016-08-30 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 清华大学                                                        |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 清华大学                                                        |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 清华大学                                                        |         |            |
| [标]发明人         | 冯雪<br>付际<br>韩志远<br>苏红宏                                      |         |            |
| 发明人            | 冯雪<br>付际<br>韩志远<br>苏红宏                                      |         |            |
| IPC分类号         | G01N29/04 G01N29/24 A61B5/00                                |         |            |
| CPC分类号         | A61B5/6801 G01N29/041 G01N29/2437 G01N2291/023 G01N2291/263 |         |            |
| 代理人(译)         | 王岩                                                          |         |            |
| 其他公开文献         | CN106442723B                                                |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>              |         |            |

#### 摘要(译)

本发明公开了一种适用于材料表面参数监测的无源传感网络及传感方法。本发明基于一种多方向发射的多角度超声换能器，在该换能器周围布置多个声表面波传感单元，以材料表面本身为声信号传输信道，多角度超声换能器为声表面波传感单元提供瞬时工作能源，并接收声表面波传感单元返回来的监测信号，进而读取分析所测量的材料表面参数；本发明使用材料表面作为超声传输信道，进而解决了衰减、布线和抗干扰等问题；利用声表面波传感单元的瞬时工作特性，使用瞬时声信号提供其工作能源，使得传感器本身不再需要电池供应；利用多角度超声换能器，结合多个声表面波传感单元，实现了材料表面多个参数的多位置同时测量，并形成了测量网络。

