



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113686778 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 23

(21) 申请号 202110974149.X

(22) 申请日 2021.08.24

(71) 申请人 浙江同禾传感技术有限公司

地址 314000 浙江省嘉兴市南湖区亚太路
522号31幢2号

(72) 发明人 徐辉 宋爽 姚鸿梁

(74) 专利代理机构 杭州君度专利代理事务所
(特殊普通合伙) 33240

代理人 沈志良

(51) Int. Cl.

G01N 19/02 (2006.01)

G01L 1/22 (2006.01)

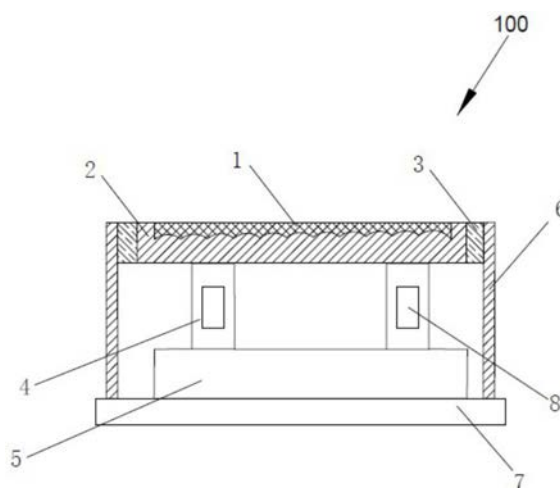
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种摩擦力计、摩擦力监测系统及监测方法

(57) 摘要

本发明涉及一种摩擦力计、摩擦力监测系统
及监测方法,摩擦力计包括接触层、紧固层、填封
层、连接块、固定板、外壳、底座及应力传感器;
接触层呈板状,紧固层围设于接触层的四周及底部
并与接触层紧固连接,接触层的上表面暴露于外
侧,填封层围设于紧固层的四周;固定板位于紧
固层的下方,连接块连接紧固层与固定板;外壳
套设于填封层的外侧,并向下延伸至连接块及固
定板所在的区域,底座呈板状安装于固定板底
部,其上表面与外壳的底面相固定连接;应力传
感器安装于连接块上,应力传感器包括由应变
片、固定电阻及连接线构成的电桥电路,应变片
粘贴于连接块上。本申请摩擦力计结构紧凑,通
过力的传导及应变片受力阻值改变有效的测定
摩擦力。



1. 一种摩擦力计(100),其特征在于:所述摩擦力计(100)包括接触层(1)、紧固层(2)、填封层(3)、连接块(4)、固定板(5)、外壳(6)、底座(7)及应力传感器(8);

所述接触层(1)呈板状,所述紧固层(2)围设于接触层(1)的四周及底部并与接触层(1)紧固连接,所述接触层(1)的上表面暴露于外侧,所述填封层(3)围设于紧固层(2)的四周;

所述固定板(5)位于紧固层(2)的下方,所述连接块(4)连接所述紧固层(2)与固定板(5);

所述外壳(6)套设于填封层(3)的外侧,并向下延伸至连接块(4)及固定板(5)所在的区域,所述底座(7)呈板状安装于固定板(5)底部,其上表面与外壳(6)的底面相固定连接;

所述应力传感器(8)安装于连接块(4)上,所述应力传感器(8)包括由应变片(81)、固定电阻(82)及连接线(83)构成的电桥电路,所述应变片(81)粘贴于连接块(4)上。

2. 如权利要求1所述的一种摩擦力计,其特征在于:所述接触层(1)为水泥板或混凝土板,所述紧固层(2)为钢板,所述紧固层(2)的上表面进行凿毛,并通过铆钉与接触层(1)进行紧固连接。

3. 如权利要求1所述的一种摩擦力计,其特征在于:所述填封层(3)为由柔性防水材料制成。

4. 如权利要求1所述的一种摩擦力计,其特征在于:所述摩擦力计(100)共安装有四个应力传感器(8),分布于紧固层(2)的下方且邻近紧固层(2)的四角。

5. 如权利要求1所述的一种摩擦力计,其特征在于:所述摩擦力计(100)还包括线缆(9),所述线缆(9)与所述电桥电路相连接以输入输入电压E,摩擦力作用于接触层(1)表面,并传递至紧固层(2),紧固层(2)将摩擦力传递至连接块(4)上并导致连接块(4)发生微量变形,进而导致粘贴于连接块(4)上的应变片(81)发生变形,应变片(81)电阻R发生改变,线缆(9)输出受摩擦力后的输出电压e。

6. 一种摩擦力监测系统,其特征在于:

所述摩擦力监测系统用于沉井侧壁摩擦力监测,所述摩擦力监测系统包括摩擦力计(100)、采集器(200)、云端管理平台(300)及客户端(400);

所述摩擦力计(100)具有如权利要求1-5中任一项所述特征;

所述采集器(200)安装于沉井施工附近,并与摩擦力计(100)通过线缆(9)连接,用于为摩擦力计(100)供电并将输入电压E与输出电压e通过无线网络传输至云端管理平台(300);

所述客户端(400)通过无线网络访问云端管理平台(300)读取数据。

7. 如权利要求6所述的一种摩擦力监测系统,其特征在于:所述摩擦力计(100)竖直设置于沉井内,所述摩擦力计(100)的接触层(1)外露的表面与沉井外侧壁面平齐。

8. 如权利要求7所述的一种摩擦力监测系统,其特征在于:所述沉井内设置有多个所述摩擦力计(100)。

9. 如权利要求7所述的一种摩擦力监测系统,其特征在于:沉井下沉或上拉,摩擦力计(100)的接触层(1)外露的表面与沉井外侧的土体表面产生摩擦。

10. 一种摩擦力监测系统的监测方法,其中,摩擦力监测系统为以上权利要求6-9中任一项构成,其特征在于:按照如下步骤实施:

1) 在沉井施工现场,沉井结构浇筑之前预先竖直埋设入所述摩擦力计(100),并使得所述摩擦力计(100)的接触层(1)外露的表面与沉井外侧壁面平齐;

2) 在沉井施工现场安装采集器 (200), 并使采集器 (200) 与摩擦力计 (100) 通过线缆 (9) 连接, 采集器 (200) 对应力传感器 (8) 内的电桥电路输入输入电压E;

3) 沉井下沉或上拉, 摩擦力计 (100) 的接触层 (1) 外露的表面与沉井外侧的土体表面产生摩擦, 摩擦力作用于接触层 (1) 表面, 并传递至紧固层 (2), 紧固层 (2) 将摩擦力传递至连接块 (4) 上并导致连接块 (4) 发生微量变形, 进而导致粘贴于连接块 (4) 上的应变片 (81) 发生变形, 应变片 (81) 电阻R发生改变, 线缆 (8) 输出受摩擦力后的输出电压e至采集器 (200);

4) 采集器 (200) 将输入电压E与输出电压e通过无线网络实时传输至云端管理平台 (300);

5) 云端管理平台 (300) 接收采集器 (200) 上传的输入电压E与输出电压e, 通过如下关系式计算出应力 σ :

应变片将应变转变为电阻的变化, 其关系式为: $\frac{\Delta R}{R} = K\varepsilon$, R为应变片的电阻值, ΔR 为变形引起的电阻值变化, K为固定比例常数, 称为应变率, ε 为应变;

则根据公式: $e = \frac{1}{4} \cdot \frac{\Delta R}{R} \cdot E = \frac{1}{4} \cdot K \cdot \varepsilon \cdot E$, 得出应变 $\varepsilon = \frac{4e}{KE}$;

根据应变与应力的关系式得出应力 $\sigma = E_{\text{弹}} \cdot \varepsilon = E_{\text{弹}} \cdot \frac{4e}{KE}$, 其中 $E_{\text{弹}}$ 为常数, 称为弹性模量;

云端管理平台 (300) 分别计算出摩擦力计 (100) 内的四个应力传感器 (8) 所监测的应力 σ_1 、 σ_2 、 σ_3 、 σ_4 , 四个连接块 (4) 与紧固层 (2) 相接触的面积分别记为 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 , 则摩擦力计 (100) 所受到的摩擦力记为 $F_{\text{摩}} = \sigma_1 S_1 + \sigma_2 S_2 + \sigma_3 S_3 + \sigma_4 S_4$;

6) 客户端 (400) 通过无线网络访问云端管理平台 (300), 读取沉井下沉或上拉过程中所受到的实时摩擦力 $F_{\text{摩}}$ 。

一种摩擦力计、摩擦力监测系统及监测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及摩擦力监测技术领域,尤其是涉及一种摩擦力计、摩擦力监测系统及监测方法。

背景技术

[0002] 沉井是井筒状的构筑物,它是以井内挖土,依靠自身重力克服井壁摩阻力后下沉到设计标高,然后经过混凝土封底并填塞井孔,使其成为桥梁墩台或其它构筑物的基础。一般在施工大型桥墩的基坑,污水泵站,大型设备基础,人防掩蔽所,盾构拼装井,地下车道与车站水工基础施工围护装置时使用。

[0003] 然而,沉井下沉过程中,外荷载不明,尤其是沉井的井壁与其接触的土层摩擦力不明,将会导致沉井下沉过快或者无法下沉而形成悬挂,严重的将会导致沉井周围土体破坏和坍塌。

[0004] 因此,有必要提供一种对沉井下沉过程中所受摩擦力进行实时监测的摩擦力计、摩擦力监测系统及监测方法,以解决上述问题。

发明内容

[0005] 本发明提供一种摩擦力计、摩擦力监测系统及监测方法,以实现对其运动过程中其所受到的实时摩擦力的监测。

[0006] 为了达到上述目的,本发明提供一种摩擦力计,包括接触层、紧固层、填封层、连接块、固定板、外壳、底座及应力传感器;

[0007] 所述接触层呈板状,所述紧固层围设于接触层的四周及底部并与接触层紧固连接,所述接触层的上表面暴露于外侧,所述填封层围设于紧固层的四周;

[0008] 所述固定板位于紧固层的下方,所述连接块连接所述紧固层与固定板;

[0009] 所述外壳套设于填封层的外侧,并向下延伸至连接块及固定板所在的区域,所述底座呈板状安装于固定板底部,其上表面与外壳的底面相固定连接;

[0010] 所述应力传感器安装于连接块上,所述应力传感器包括由应变片、固定电阻及连接线构成的电桥电路,所述应变片粘贴于连接块上。

[0011] 进一步地,所述接触层为水泥板或混凝土板,所述紧固层为钢板,所述紧固层的上表面进行凿毛,并通过铆钉与接触层进行紧固连接。

[0012] 进一步地,所述填封层为由柔性防水材料制成。

[0013] 进一步地,所述摩擦力计共安装有四个应力传感器,分布于紧固层的下方且邻近紧固层的四角。

[0014] 进一步地,所述摩擦力计还包括线缆,所述线缆与所述电桥电路相连接以输入输入电压 E ,摩擦力作用于接触层表面,并传递至紧固层,紧固层将摩擦力传递至连接块上并导致连接块发生微量变形,进而导致粘贴于连接块上的应变片发生变形,应变片电阻 R 发生改变,线缆输出受摩擦力后的输出电压 e 。

[0015] 本发明提供一种摩擦力监测系统,所述摩擦力监测系统用于沉井侧壁摩擦力监测,所述摩擦力监测系统包括摩擦力计、采集器、云端管理平台及客户端;

[0016] 所述摩擦力计具有上述特征;

[0017] 所述采集器安装于沉井施工附近,并与摩擦力计通过线缆连接,用于为摩擦力计供电并将输入电压E与输出电压e通过无线网络传输至云端管理平台;

[0018] 所述客户端通过无线网络访问云端管理平台读取数据。

[0019] 进一步地,所述摩擦力计竖直设置于沉井内,所述摩擦力计的接触层外露的表面与沉井外侧壁面平齐。

[0020] 进一步地,所述沉井内设置有多个所述摩擦力计。

[0021] 进一步地,沉井下沉或上拉,摩擦力计的接触层外露的表面与沉井外侧的土体表面产生摩擦。

[0022] 本发明提供一种摩擦力监测系统的监测方法,包括以下步骤:

[0023] 1) 在沉井施工现场,沉井结构浇筑之前预先竖直埋设入所述摩擦力计,并使得所述摩擦力计的接触层外露的表面与沉井外侧壁面平齐;

[0024] 2) 在沉井施工现场安装采集器,并使采集器与摩擦力计通过线缆连接,采集器对应力传感器内的电桥电路输入输入电压E;

[0025] 3) 沉井下沉或上拉,摩擦力计的接触层外露的表面与沉井外侧的土体表面产生摩擦,摩擦力作用于接触层表面,并传递至紧固层,紧固层将摩擦力传递至连接块上并导致连接块发生微量变形,进而导致粘贴于连接块上的应变片发生变形,应变片电阻R发生改变,线缆输出受摩擦力后的输出电压e至采集器;

[0026] 4) 采集器将输入电压E与输出电压e通过无线网络实时传输至云端管理平台;

[0027] 5) 云端管理平台接收采集器上传的输入电压E与输出电压e,通过如下关系式计算出应力 σ :

[0028] 应变片将应变转变为电阻的变化,其关系式为: $\frac{\Delta R}{R} = K\varepsilon$, R为应变片的电阻值, ΔR 为变形引起的电阻值变化, K为固定比例常数,称为应变率, ε 为应变;

[0029] 则根据公式: $e = \frac{1}{4} \cdot \frac{\Delta R}{R} \cdot E = \frac{1}{4} \cdot K \cdot \varepsilon \cdot E$, 得出应变 $\varepsilon = \frac{4e}{KE}$;

[0030] 根据应变与应力的关系式得出应力 $\sigma = E_{\text{弹}} \cdot \varepsilon = E_{\text{弹}} \cdot \frac{4e}{KE}$, 其中 $E_{\text{弹}}$ 为常数,称为弹性模量;

[0031] 云端管理平台(300)分别计算出摩擦力计(100)内的四个应力传感器(8)所监测的应力 σ_1 、 σ_2 、 σ_3 、 σ_4 ,四个连接块(4)与紧固层(2)相接触的面积分别记为 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 ,则摩擦力计(100)所受到的摩擦力记为 $F_{\text{摩}} = \sigma_1 S_1 + \sigma_2 S_2 + \sigma_3 S_3 + \sigma_4 S_4$;

[0032] 6) 客户端通过无线网络访问云端管理平台,读取沉井下沉或上拉过程中所受到的实时摩擦力 $F_{\text{摩}}$ 。

[0033] 本发明具有如下有益效果:1) 本申请摩擦力计通过接触层、紧固层、填封层、连接块、固定板、外壳、底座及应力传感器构成,结构紧凑,通过力的传导与应变片变形引起阻值变化来间接测量摩擦力。

[0034] 2) 本申请摩擦力计的接触层可选用与监测构筑物相同的材料,使得监测结果更具可靠性。

[0035] 3) 本申请摩擦力监测系统能够实时有效的监测出数据值并上传至云端管理平台,可供客户端远程查看,更具智能性。

附图说明

[0036] 图1是本发明摩擦力监测系统在现场应用的示意图;

[0037] 图2是本发明摩擦力计的结构示意图;

[0038] 图3是本发明摩擦力计的剖视图;

[0039] 图4是本发明摩擦力计内的应力传感器的分布示意图;

[0040] 图5是本发明摩擦力计内的应力传感器内电桥电路的示意图;

[0041] 图6是本发明摩擦力计在受到摩擦力后结构变形示意图;

[0042] 图中:100、摩擦力计;1、接触层;2、紧固层;3、填封层;4、连接块;5、固定板;6、外壳;7、底座;8、应力传感器;81、应变片;82、固定电阻;83、连接线;9、线缆;200、采集器;300、云端管理平台;400、客户端。

具体实施方式

[0043] 沉井是井筒状的构筑物,它是以井内挖土,依靠自身重力克服井壁摩阻力后下沉到设计标高,然后经过混凝土封底并填塞井孔,使其成为桥梁墩台或其它构筑物的基础。一般在施工大型桥墩的基坑,污水泵站,大型设备基础,人防掩蔽所,盾构拼装井,地下车道与车站水工基础施工围护装置时使用。

[0044] 为测定沉井下沉过程中,沉井井壁与沉井外侧的土体表面之间的摩擦力,以下结合附图1至附图6对本发明的具体实施方式进行说明。以图2为例,以接触层1所在位置为上侧,以底座7所在位置为下侧,而形成一上下方向及与上下方向相垂直的左右方向,该方向设定只为具体实施方式描述方便,不应对本申请实质造成任何影响。

[0045] 请参照图1所示,一种用于沉井侧壁摩擦力监测的摩擦力监测系统,摩擦力监测系统包括摩擦力计100、采集器200、云端管理平台300及客户端400。

[0046] 请参照图2至图5所示,摩擦力计100包括接触层1、紧固层2、填封层3、连接块4、固定板5、外壳6、底座7、应力传感器8及线缆9。

[0047] 接触层1呈板状,位于摩擦力计100整体的最上方。接触层1为水泥板或混凝土板,以使接触层1与沉井结构(混凝土)摩擦系数相近或相同,从而使后续摩擦力计100测得的摩擦力更接近沉井下沉过程中所实际产生的摩擦力。

[0048] 紧固层2围设于接触层1的四周及底部,接触层1的上表面暴露于外侧。紧固层2为钢板,对紧固层2的上表面进行凿毛,并通过铆钉与接触层1进行紧固连接,使得接触层1与紧固层2之间的粘结强度高,两者形成一整体保证两者之间的水平抗剪强度,同时避免摩擦力过大导致接触层1剪切/受拉破坏。

[0049] 填封层3围设于紧固层2的四周。填封层3选用柔性防水材料制成,例如止水橡胶垫,如此既能避免土、浆液、水进入摩擦力计100内部,也能在接触层1与紧固沉2受到摩擦力作用后,填封层3起到缓冲的作用,且柔性的填封层3不受力,不影响摩擦力的传导。

[0050] 固定板5为刚性材料,位于紧固层2的下方。连接块4为刚性材料,连接紧固层2与固定板5;

[0051] 外壳6为刚性材料,套设于填封层3的外侧,并向下延伸至连接块4及固定板5所在的区域。

[0052] 底座7为刚性材料,呈板状安装于固定板5的底部,底座7的上表面与外壳6的底面相固定连接。

[0053] 应力传感器8安装于连接块4上,应力传感器8包括由应变片81、固定电阻82及连接线83构成的电桥电路,应变片81粘贴于连接块4上。本申请中摩擦力计100共安装有四个应力传感器8,分布于紧固层2的下方且邻近紧固层2的四角。当然在其他实施方式中,也可以其他分布方式分布多个应力传感器4。

[0054] 线缆9与应力传感器8的电桥电路相连接。

[0055] 请参照图1及图6所示,摩擦力计100竖直设置于沉井内,摩擦力计100的接触层1外露的表面与沉井外侧壁面平齐。按照实际监测所需,可在沉井内设置多个摩擦力计100。

[0056] 采集器200安装于沉井施工附近,并与摩擦力计100通过线缆9连接用于为摩擦力计100供电。

[0057] 云端管理平台300用于接收采集器200通过无线网络上传的数据。

[0058] 客户端400通过无线网络访问云端管理平台300读取相关数据。

[0059] 采集器200为摩擦力计100供电,通过线缆9为应力传感器8的电桥电路输入输入电压E,沉井下沉或上拉,摩擦力计100的接触层1外露的表面与沉井外侧的土体表面产生摩擦,摩擦力作用于接触层1表面,并传递至紧固层2,紧固层2将摩擦力传递至连接块4上并导致连接块4发生微量变形,进而导致粘贴于连接块4上的应变片81发生变形,应变片81电阻R发生改变,从而线缆9输出受摩擦力后的输出电压e至采集器200。采集器200通过无线网络将输入电压E与输出电压e传输至云端管理平台300。

[0060] 本申请还提供一种摩擦力监测系统的监测方法,按照如下步骤依次实施:

[0061] 1) 在沉井施工现场,沉井结构浇筑之前预先竖直埋设入摩擦力计100,并使得摩擦力计100的接触层1外露的表面与沉井外侧壁面平齐;

[0062] 2) 在沉井施工现场安装采集器200,并使采集器200与摩擦力计100通过线缆9连接,采集器200对应力传感器8内的电桥电路输入输入电压E;

[0063] 3) 沉井下沉或上拉,摩擦力计100的接触层1外露的表面与沉井外侧的土体表面产生摩擦,摩擦力作用于接触层1表面,并传递至紧固层2,紧固层2将摩擦力传递至连接块4上并导致连接块4发生微量变形,进而导致粘贴于连接块(4)上的应变片81发生变形,应变片81电阻R发生改变,线缆8输出受摩擦力后的输出电压e至采集器200;

[0064] 4) 采集器200将输入电压E与输出电压e通过无线网络实时传输至云端管理平台300;

[0065] 5) 云端管理平台300接收采集器200上传的输入电压E与输出电压e,通过如下关系式计算出应力 σ :

[0066] 应变片将应变转变为电阻的变化,其关系式为: $\frac{\Delta R}{R} = K \varepsilon$, R为应变片的电阻值,

ΔR 为变形引起的电阻值变化, K为固定比例常数,称为应变率, ε 为应变;

[0067] 则根据公式： $e = \frac{1}{4} \cdot \frac{\Delta R}{R} \cdot E = \frac{1}{4} \cdot K \cdot \varepsilon \cdot E$ ，得出应变 $\varepsilon = \frac{4e}{KE}$ ；

[0068] 根据应变与应力的关系式得出应力 $\sigma = E_{\text{弹}} \cdot \varepsilon = E_{\text{弹}} \cdot \frac{4e}{KE}$ ，其中 $E_{\text{弹}}$ 为常数，称为弹性模量；

[0069] 云端管理平台(300)分别计算出摩擦力计(100)内的四个应力传感器(8)所监测的应力 σ_1 、 σ_2 、 σ_3 、 σ_4 ，四个连接块(4)与紧固层(2)相接触的面积分别记为 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 ，则摩擦力计(100)所受到的摩擦力记为 $F_{\text{摩}} = \sigma_1 S_1 + \sigma_2 S_2 + \sigma_3 S_3 + \sigma_4 S_4$ ；

[0070] 6) 客户端400通过无线网络访问云端管理平台300，读取沉井下沉或上拉过程中所受到的实时摩擦力 $F_{\text{摩}}$ 。

[0071] 本申请摩擦力计100及摩擦力监测系统不限于用于沉井井壁与沉井外侧的土体表面之间的摩擦力监测，也可用于其他构筑物内以监测该构筑物所受到的实时摩擦力。

[0072] 本发明具有如下有益效果：1) 本申请摩擦力计100通过接触层1、紧固层2、填封层3、连接块4、固定板5、外壳6、底座7及应力传感器8构成，结构紧凑，通过力的传导与应变片变形引起阻值变化来间接测量摩擦力。

[0073] 2) 本申请摩擦力计的接触层1可选用与监测构筑物相同的材料，使得监测结果更具可靠性。

[0074] 3) 本申请摩擦力监测系统能够实时有效的监测出数据值并上传至云端管理平台300，可供客户端400远程查看，更具智能性。

[0075] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍，但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后，对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此，本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

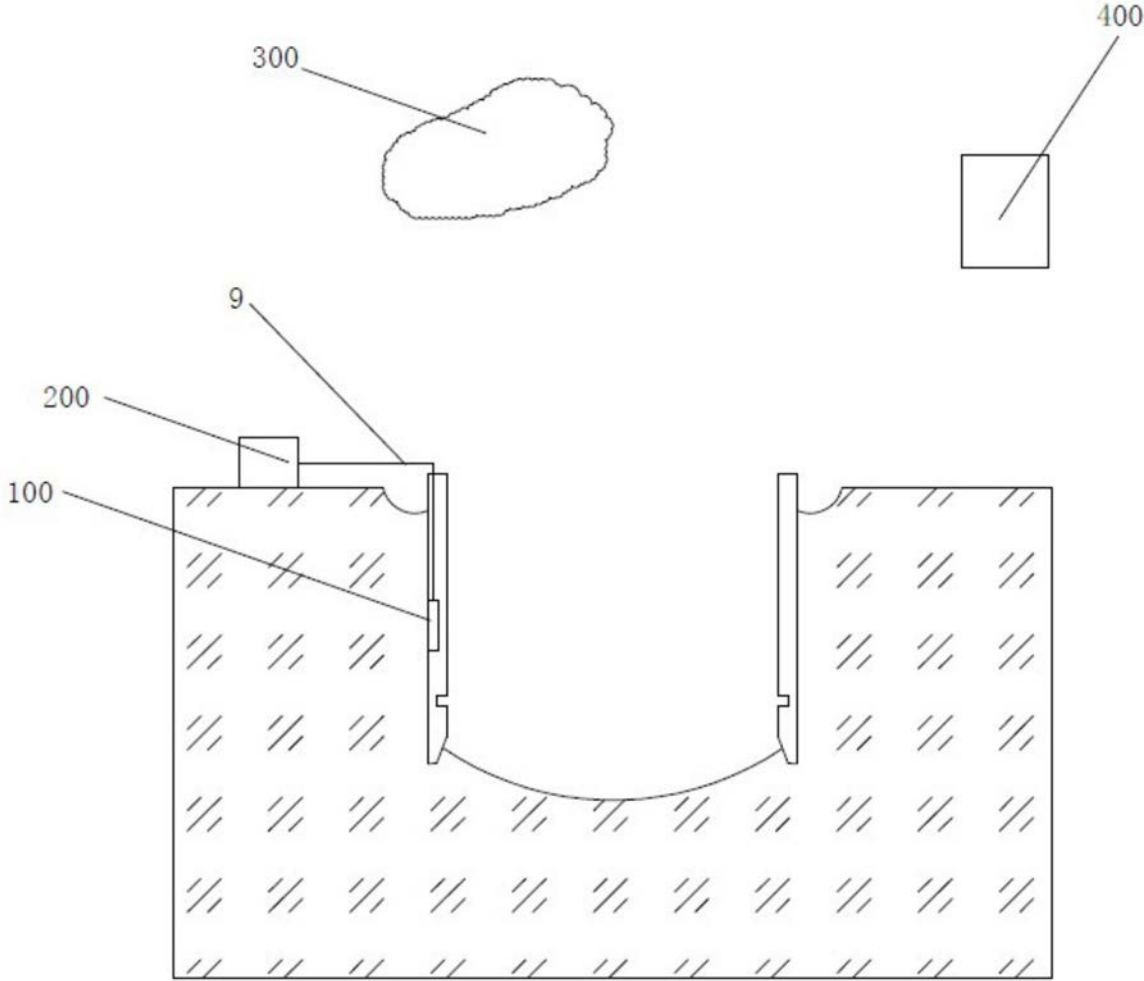


图1

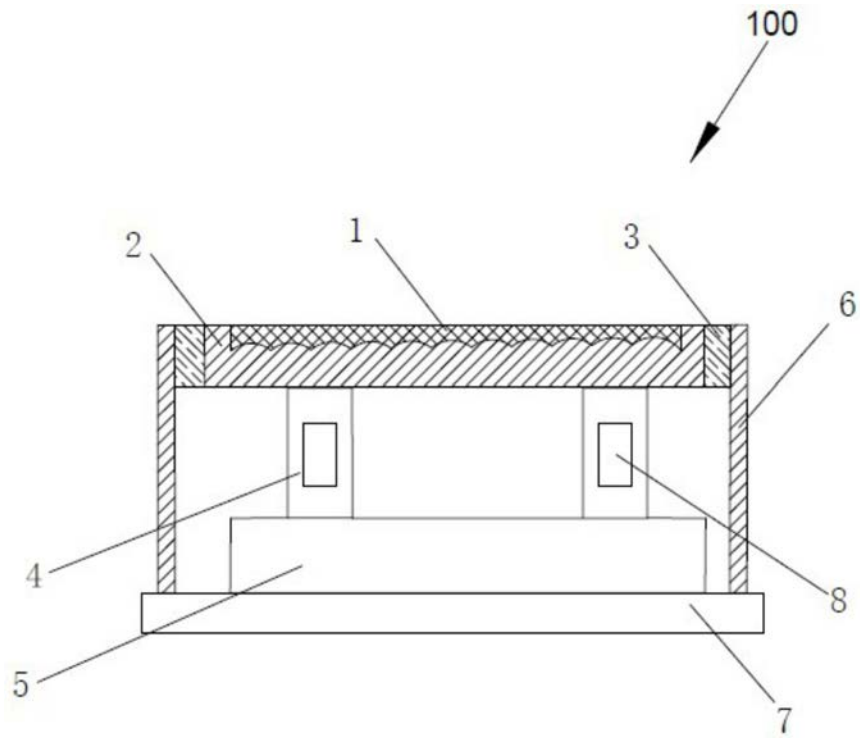


图2

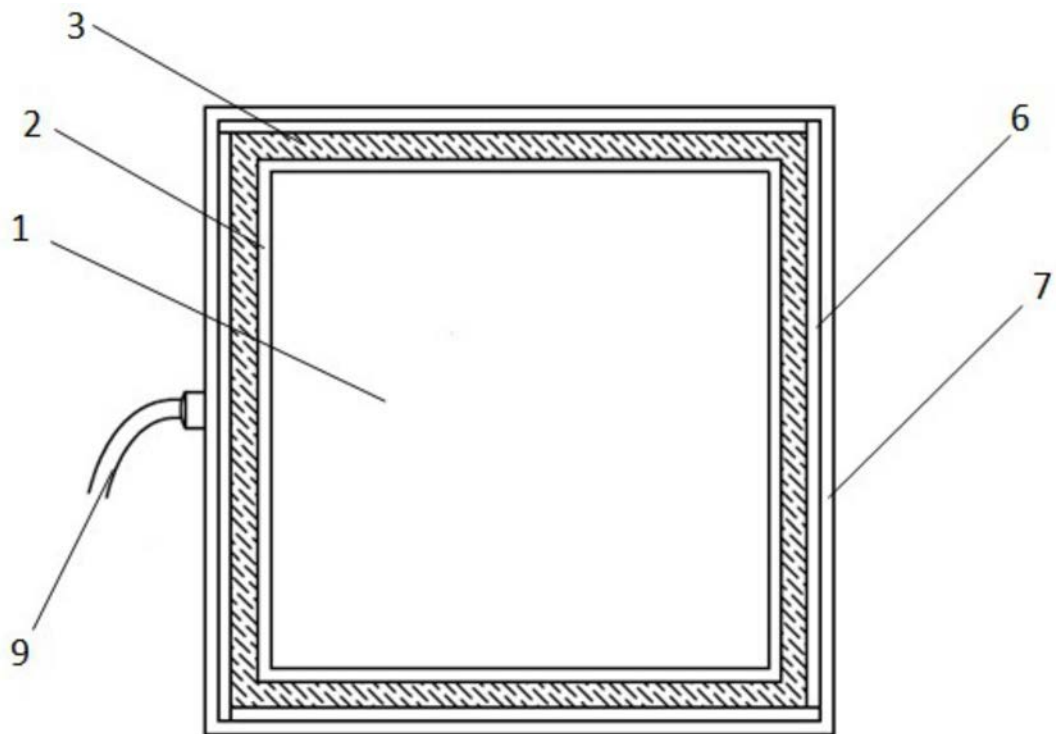


图3

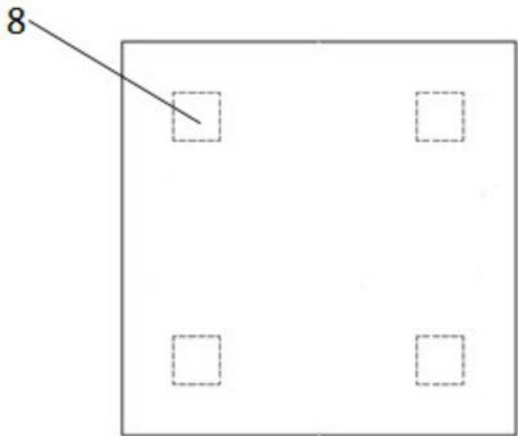


图4

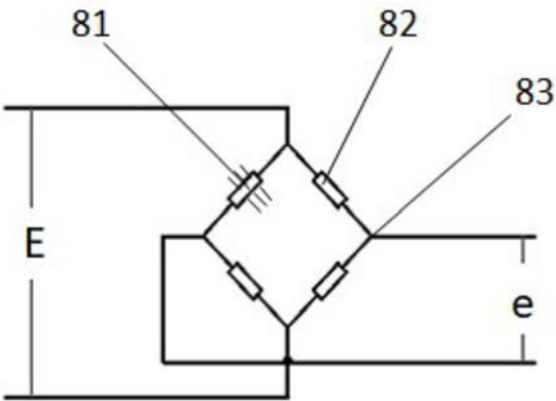


图5

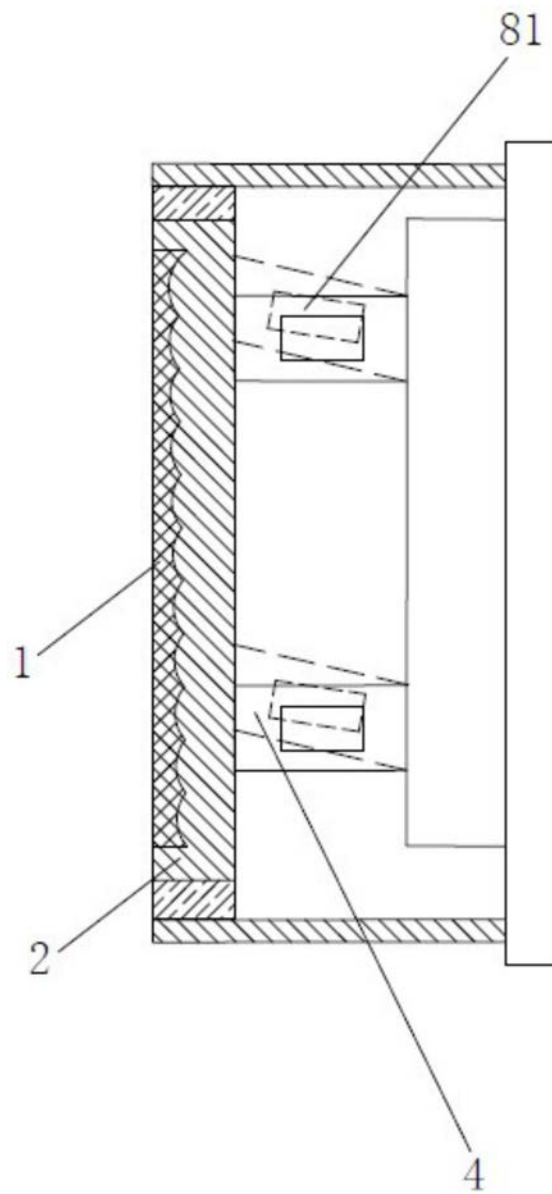


图6