



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113712552 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 19

(21) 申请号 202111049636.1

审查员 朱晓旻

(22) 申请日 2021.09.08

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113712552 A

(43) 申请公布日 2021.11.30

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园1号

(72) 发明人 冯雪 焦阳 程嘉辉

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 张会华

(51) Int. Cl.

A61B 5/1477 (2006.01)

A61B 5/145 (2006.01)

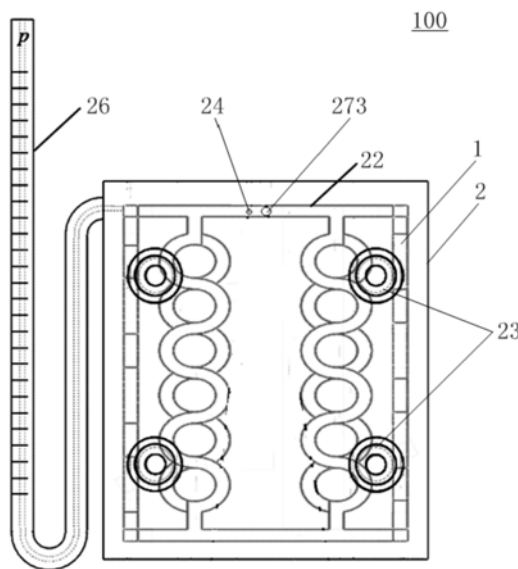
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

汗液检测装置及汗液检测方法

(57) 摘要

本申请提出一种汗液检测装置及汗液检测方法,所述汗液检测装置包括:电极部,所述电极部包括活性电极、惰性电极和连接部,所述活性电极和所述惰性电极通过所述连接部相连,所述活性电极的化学性质比所述惰性电极的化学性质活泼,所述活性电极能够在汗液环境中发生反应,所述惰性电极不能在汗液环境中发生反应,所述连接部能够导电;以及封装部,所述封装部包括主体、取样排气口和压力计,所述主体为壳体,所述主体的内部形成有腔体,所述电极部设置于所述腔体的内部,所述取样排气口和所述腔体连通,所述压力计和所述腔体连通,所述压力计能够检测所述腔体内的气压。



1. 一种汗液检测装置,其特征在于,所述汗液检测装置包括:

电极部(1),所述电极部(1)包括活性电极(11)、惰性电极(12)和连接部(13),所述活性电极(11)和所述惰性电极(12)通过所述连接部(13)相连,所述活性电极(11)的化学性质比所述惰性电极(12)的化学性质活泼,所述活性电极(11)能够在汗液环境中发生反应并产生气体,所述惰性电极(12)不能在汗液环境中发生反应,所述连接部(13)能够导电;以及

封装部(2),所述封装部(2)包括主体(21)、取样排气口(24)和压力计(26),所述主体(21)为壳体,所述主体(21)由柔性材料制成,所述主体(21)的内部形成有腔体(22),所述电极部(1)设置于所述腔体(22)的内部,所述取样排气口(24)和所述腔体(22)连通,所述压力计(26)和所述腔体(22)连通,所述压力计(26)能够检测所述腔体(22)内的气压。

2. 根据权利要求1所述的汗液检测装置,其特征在于,在所述取样排气口(24)的旁边安装有开关部(27),所述开关部(27)能够封闭或打开所述取样排气口(24)。

3. 根据权利要求1所述的汗液检测装置,其特征在于,所述压力计(26)包括U形的管道,所述压力计(26)的一端与所述腔体(22)连接,该连接的位置位于所述腔体(22)的上部,所述压力计(26)的另一端与大气连通,所述压力计(26)的另一端高于所述腔体(22)的最高点。

4. 根据权利要求1所述的汗液检测装置,其特征在于,所述活性电极(11)设置有多个,多个所述活性电极(11)通过所述连接部(13)并联,所述惰性电极(12)设置有多个,多个所述惰性电极(12)通过所述连接部(13)并联。

5. 根据权利要求1所述的汗液检测装置,其特征在于,所述活性电极(11)和/或所述惰性电极(12)为蜿蜒弯曲的结构。

6. 根据权利要求1所述的汗液检测装置,其特征在于,所述电极部(1)的表面覆盖有隔离层,形成所述隔离层的材料可溶于水,所述隔离层能够暂时性地阻止所述电极部(1)与汗液接触。

7. 根据权利要求1所述的汗液检测装置,其特征在于,所述腔体(22)内设置有显色剂。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的汗液检测装置,其特征在于,所述主体(21)由透光、不透水的柔性材料制成。

9. 一种汗液检测方法,其特征在于,使活性电极(11)和惰性电极(12)浸入作为电解质溶液的汗液中进行电化学腐蚀反应,

汗液或汗液进行电化学腐蚀反应的产物与显色剂反应,从而定性检测所述汗液是否具有第一待测成分;和/或

所述电化学腐蚀反应产生气体,通过压力计测量气体的量,进而定量检测所述汗液中第二待测成分的浓度。

10. 根据权利要求9所述的汗液检测方法,其特征在于,所述第一待测成分和所述第二待测成分是相同成分或不同成分。

汗液检测装置及汗液检测方法

技术领域

[0001] 本申请属于医疗健康领域,特别涉及一种汗液检测装置及汗液检测方法。

背景技术

[0002] 汗液的成分十分复杂,包括乳酸、葡萄糖、尿素、NaCl等物质。由于各种物质产生的原因不同,可以根据各种物质的含量,推测相关器官或组织的健康程度,从而提供一种无创的生化指标检测方法。

[0003] 现有技术通一次性的对汗液取样进行检测,无法反映标志物在长期活动中的平均水平。此外,相关设备结构复杂,难以长期穿戴,而且标志物的采集、分析过程复杂。

发明内容

[0004] 本申请旨在提出一种汗液检测装置,使其结构简单。

[0005] 本申请提出一种汗液检测装置,所述汗液检测装置包括:

[0006] 电极部,所述电极部包括活性电极、惰性电极和连接部,所述活性电极和所述惰性电极通过所述连接部相连,所述活性电极的化学性质比所述惰性电极的化学性质活泼,所述活性电极能够在汗液环境中发生反应,所述惰性电极不能在汗液环境中发生反应,所述连接部能够导电;以及

[0007] 封装部,所述封装部包括主体、取样排气口和压力计,所述主体为壳体,所述主体的内部形成有腔体,所述电极部设置于所述腔体的内部,所述取样排气口和所述腔体连通,所述压力计和所述腔体连通,所述压力计能够检测所述腔体内的气压。

[0008] 优选地,在所述取样排气口的旁边安装有开关部,所述开关部能够封闭或打开所述取样排气口。

[0009] 优选地,所述压力计包括U形的管道,所述压力计的一端与所述腔体连接,该连接的位置位于所述腔体的上部,所述压力计的另一端与大气连通,所述压力计的另一端高于所述腔体的最高点。

[0010] 优选地,所述活性电极设置有多个,多个所述活性电极通过所述连接部并联,所述惰性电极设置有多个,多个所述惰性电极通过所述连接部并联。

[0011] 优选地,所述活性电极和/或所述惰性电极为蜿蜒弯曲的结构。

[0012] 优选地,所述电极部的表面覆盖有隔离层,形成所述隔离层的材料可溶于水,所述隔离层能够暂时性地阻止所述电极部与汗液接触。

[0013] 优选地,所述腔体内设置有显色剂。

[0014] 优选地,所述主体由透光、不透水的柔性材料制成。

[0015] 本申请还提出一种汗液检测方法,使活性电极和惰性电极浸入作为电解质溶液的汗液中进行电化学腐蚀反应,

[0016] 汗液或汗液进行电化学腐蚀反应的产物与显色剂反应,从而定性检测所述汗液是否具有第一待测成分;和/或

[0017] 所述电化学腐蚀反应产生气体,通过压力计测量气体的量,进而定量检测所述汗液中第二待测成分的浓度。

[0018] 优选地,所述第一待测成分和所述第二待测成分是相同成分或不同成分。

[0019] 采用上述技术方案的汗液检测装置,汗液可以和电极部进行电化学腐蚀反应,通过压力计测量反应所产生的气体的量,可以推算汗液中待测成分的浓度。

[0020] 采用上述技术方案的汗液检测方法,通过显色剂的反应可以定性检测和/或可以通过压力计测量电化学腐蚀反应产生气体的量,进而可以定量检测。

附图说明

[0021] 图1示出了根据本申请的实施方式的汗液检测装置的正视图。

[0022] 图2示出了根据本申请的实施方式的汗液检测装置的侧视图。

[0023] 图3示出了根据本申请的实施方式的汗液检测装置的俯视图。

[0024] 图4示出了根据本申请的实施方式的汗液检测装置的局部腔体和取样排气管的示意图。

[0025] 图5示出了根据本申请的实施方式的汗液检测装置的开关部的结构示意图。

[0026] 图6示出了根据本申请的实施方式的汗液检测装置的电极部的结构示意图。

[0027] 图7示出了根据本申请的实施方式的汗液检测装置安装于人体的示意图。

[0028] 附图标记说明

[0029] 100汗液检测装置

[0030] 1电极部 11活性电极 12惰性电极 13连接部

[0031] 2封装部 21主体 22腔体 23吸盘 24取样排气口 25取样排气管 26压力计 27开关部 271转轴 272通孔 273开关安装部。

具体实施方式

[0032] 为了更加清楚地阐述本申请的上述目的、特征和优点,在该部分结合附图详细说明本申请的具体实施方式。除了在本部分描述的各个实施方式以外,本申请还能够通过其他不同的方式来实施,在不违背本申请精神的情况下,本领域技术人员可以做相应的改进、变形和替换,因此本申请不受该部分公开的具体实施例的限制。本申请的保护范围应以权利要求为准。

[0033] 汗液是常见的生理活动代谢产物,汗液的成分十分复杂,其中包含了多种物质,例如乳酸、葡萄糖、尿素、氯化钠等。汗液可以作为原电池中的电解质溶液,可以制备供电装置利用汗液发电,为电子设备供电。

[0034] 如图1至图7所示,本申请提出一种汗液检测装置100,其包括电极部1和封装部2。

[0035] 如图1至图5所示,封装部2包括主体21、吸盘23、取样排气口24、取样排气管25和压力计26。

[0036] 主体21可以为大致立方状壳体,主体21的形状与穿戴位置适形,在其他实施方式中,主体21可以是其他形状。主体21的内部形成有腔体22,电极部1设置于腔体22内。腔体22的形状和电极部1的形状相同,并且腔体22的横截面比电极部1的横截面略粗,从而使腔体22有空间来容纳电极部1以及汗液和气体。腔体22的侧壁可以限制电极部1,避免电极部1在

腔体22内任意活动,防止电极部1损坏。

[0037] 主体21均由不透水的柔性材料制成,例如柔性材料可以包括聚二甲基硅氧烷(PDMS),柔性材料制成的主体21在受到挤压时可以排出腔体22内的气体。柔性材料还便于与人体适形,使汗液检测装置适合长期穿戴。主体21还优选地具有良好的透光性,透过主体21可以观察到腔体22内的情况。腔体22内设置有显色剂,显色剂可以与电化学腐蚀反应的产物结合,并产生能够通过视觉观察到的变化。

[0038] 吸盘23连接于主体21,吸盘23可以设置于主体21的侧面,特别是背面,通过吸盘23可以将汗液检测装置固定于人体的皮肤表面。如图7所示,汗液检测装置100可以通过吸盘固定于人体,例如汗液检测装置100可以固定于人体的后背。

[0039] 吸盘23的数量和布局可以根据使用场景进行设计,吸盘23可以设置于主体21的同一侧面或不同侧面,例如主体21连接有4个吸盘,4个吸盘位于主体21的同一侧面,特别是背面。

[0040] 取样排气口24设置于主体21,取样排气口24通过取样排气管25与腔体22连接。

[0041] 挤压主体21可以将腔体22中的气体通过取样排气管25和取样排气口24排出,使腔体22内保持负压。松开主体21后,可以通过取样排气口24和取样排气管25将汗液吸入腔体22。取样排气口24可以形成为吸盘的形状,从而容易紧贴皮肤,防止漏气。

[0042] 取样排气口24位于主体21的表面,该表面可以为连接有吸盘23的表面。取样排气口24的旁边安装有开关部27,开关部27能够封闭或打开取样排气口24。

[0043] 如图5所示,开关部27整体可以为圆盘状,开关部27设置有转轴271和通孔272,转轴271位于开关部27的中心,开关部27通过转轴271能够转动地安装于主体21的开关安装部273。通孔272沿开关部27的轴向贯穿开关部27。在通孔272和取样排气口24重合时,取样排气口24被打开,通孔272在不与取样排气口24重合的其他位置时,开关部27可以堵住取样排气口24。开关部27通过旋转控制腔体与外界的连通,从而可以排出内部空气以及吸取汗液。

[0044] 压力计26连接于主体21,压力计26可以包括“U”形的管道,压力计26的一端与腔体22连接,连接位置可以位于腔体22的上部,压力计26的另一端与大气连通,压力计26的另一端高于腔体22的最高点,以保证量程足够。

[0045] 通过压力计26可以测量腔体22中的气压,从而了解汗液与腔体22中的电极部1进行反应所产生气体的量。压力计26内部的液柱可以在电化学腐蚀反应的气体产物的压力下,在“U”形管道的两端液体产生高度差。压力计26内部的液体是从取样排气口24吸取的汗液。压力计26具有刻度,该刻度可以标识液面高度,或经液面高度和反应原理换算后的压力值、待测成分含量等。

[0046] 如图6所示,电极部1包括活性电极11、惰性电极12和连接部13,活性电极11和惰性电极12通过连接部13相连,连接部13能够导电。活性电极11的化学性质比惰性电极12的化学性质活泼,“活性”和“惰性”是指在电极与汗液接触的条件下是否发生电化学腐蚀反应,活性电极11可以发生反应,能产生腐蚀产物,惰性电极12不发生反应,不产生腐蚀产物。

[0047] 活性电极11和惰性电极12可以为条状,连接部13可以连接于活性电极11和惰性电极12的两端。

[0048] 活性电极11可以设置有多个,例如活性电极11可以设置有4个,多个活性电极11可以通过连接部13并联,从而增加反应位点,提高电化学腐蚀反应的速率,并且使电化学腐蚀

反应中的反应物充足甚至过量,可以使汗液中的待测成分进行完全反应。

[0049] 惰性电极12可以设置有多个,例如惰性电极12可以设置有2个,多个惰性电极12可以通过连接部13并联,从而增加反应位点,提高电化学腐蚀反应的速率。

[0050] 进一步地,活性电极11和/或惰性电极12为蜿蜒弯曲的结构,例如可以弯曲为S形、螺旋状等,这样一方面可以增大接触面积,提高电化学腐蚀反应的速率,另一方面可以增加延展性,使汗液检测装置适合长期穿戴。

[0051] 电极部1的表面覆盖有可溶于水的材料形成的隔离层,例如可溶于水的材料可以是明胶,明胶可以阻止汗液与电极部1反应。隔离层可以使汗液刚一接触到电极部1时不会进行电化学腐蚀反应,而是等到汗液将隔离层溶解后,汗液与电极部1才发生电化学腐蚀反应。避免过早的电化学腐蚀反应产生气体,破坏腔体22内的负压环境,影响汗液吸入腔体22。

[0052] 下面以活性电极11的材料是锌,惰性电极12的材料是铜,显色剂为二苯硫脲,检测汗液中的乳酸含量为例进行说明。

[0053] 先打开开关部27,使取样排气口24和外界连通,用夹子、绳子、塞子等扎住或塞住压力计26的连通大气的一端,挤压主体21排气,使腔体22内形成负压。排气时应尽可能完全地挤出空气,以保证取液效果,使取液量尽可能接近腔体22的容积,提高定量检测的准确性。使用时,可以通过取样排气口24吸取汗液,汗液能充满腔体22。当汗液充满腔体22时,松开压力计26连通大气的一端,根据连通器原理,腔体22和压力计26内各处液面相平。随后关闭开关部27,停止吸取汗液。当电极部1结构表面可溶于水的材料溶解后,电化学腐蚀反应开始启动。

[0054] 活性电极11和惰性电极12在汗液(电解液)中构成原电池,汗液提供了氢离子,原电池的电化学腐蚀反应主要为: $Zn+2H^+=Zn^{2+}+H_2$ 。

[0055] 电化学腐蚀反应中,在活性电极11附近产生的锌离子可以与作为显色剂的二苯硫脲结合生成粉红色螯合物沉淀,该沉淀混合在汗液中,可以透过主体21观察到。沉淀物的含量与汗液中乳酸的酸性程度有关,从而可根据液体颜色的深浅定性检测汗液中含有乳酸(待测成分)。

[0056] 在惰性电极12附近产生的氢气可以使压力计的液面差增大。

[0057] 气体产物(氢气)的压强为: $P_{\text{气体产物}}=\rho_{\text{汗液}}g\Delta h+P_{\text{大气压}}$ 。

[0058] 其中,g是重力加速度, $P_{\text{大气压}}$ 是环境气压,均为已知量。 $\rho_{\text{汗液}}$ 是汗液密度,可通过实验测得,不同被测对象的汗液密度差异不明显,无需反复测量, Δh 是压力计的液柱高度差,可通过压力计26上的刻度读出。通过上述公式可计算出气体产物的压力 $P_{\text{气体产物}}$ 。

[0059] 根据理想气体状态方程: $p_{\text{气体产物}}=nkT$,其中,T为环境温度,可以通过温度计测出。k为玻尔兹曼常数,为已知量。可求出气体产物的物质的量(摩尔量)n。

[0060] 乳酸的浓度: $C=n/V$,

[0061] 其中,V表示汗液的体积,可以在检测结束后将100内汗液取出测得,或采用腔体22的容积作为近似值。可以通过计算得出物质的量浓度,从而对汗液中的乳酸(待测成分)的浓度进行定量检测。

[0062] 可以理解,上述具体实施方式中,显色剂与电化学腐蚀反应的产物结合,本申请不限于此,显色剂也可以与汗液中存在的成分结合,显色剂也可以是沉淀剂。显色剂或沉淀剂

能与汗液中的成分或者汗液反应后的产物结合,从而产生通过视觉能够观察到的变化。

[0063] 上述具体实施方式中,定性检测和定量检测的待测成分均为乳酸,是同一种待测成分。

[0064] 在其他实施方式中,定性检测的待测成分和定量检测的待测成分可以是汗液中的不同成分,且检测的汗液成分均需要先经电化学腐蚀反应,直接检测的是电化学腐蚀反应的产物。例如汗液中的第一待测成分经电化学腐蚀反应产生气体,汗液中的第二待测成分经电化学腐蚀产生与显色剂结合的产物,从而通过汗液检测装置可以检测两种不同的待测成分。

[0065] 例如,与汗液中的氯离子进行电化学腐蚀反应但不产生气体。例如活性电极11的材料为镁,镁和汗液中的氯离子发生电化学腐蚀反应,不产生气体,而是产生的镁离子,镁离子与对硝基苯偶氮-1-萘酚反应在碱性溶液中呈现亮蓝色。显色剂可以包括碱性物质,碱性物质溶解于汗液后使汗液呈现碱性。

[0066] 在其他可能的实施方式中,定性检测的待测成分和定量检测的待测成分可以是汗液中的不同成分,定性检测直接检测汗液中的第一待测成分,汗液无需先经过电化学腐蚀反应,再由反应产物与显色剂反应,而是汗液中的第一待测成分直接与显色剂反应。例如汗液中的葡萄糖可以与含有硫酸铜和酒石酸钾钠的碱性溶液反应,产生黄色或者砖红色的氧化亚铜沉淀。定量检测第二待测成分需要先经电化学腐蚀反应,直接检测的是电化学腐蚀反应的产物。

[0067] 本申请的汗液检测装置具有以下优点。

[0068] (1) 定性检测与定量检测可以同时进行。定性检测显色的颜色深浅可以作为定性检测的依据,定量检测得到的气压值也可作为定量检测的依据,二者可以相互印证。

[0069] (2) 电化学腐蚀反应是自发进行的,显色的颜色及检测的气压值可以直接观察到,无需复杂的电子元件和外部能源,使汗液检测装置结构简单。

[0070] (3) 汗液检测装置的主体由柔性材料制成,可以穿戴到人体,实现长期的汗液吸取和检测。

[0071] (4) 可以根据不同的待测成分设计使用不同材料的电极,通用性高,可以用于检测多种不同待测成分。

[0072] 虽使用上述实施方式对本申请进行了详细说明,但对于本领域技术人员来说,本申请显然并不限于在本说明书中说明的实施方式。本申请能够在不脱离由权利要求书所确定的本申请的主旨以及范围的前提下加以修改并作为变更实施方式加以实施。因此,本说明书中的记载以示例说明为目的,对于本申请并不具有任何限制性的含义。

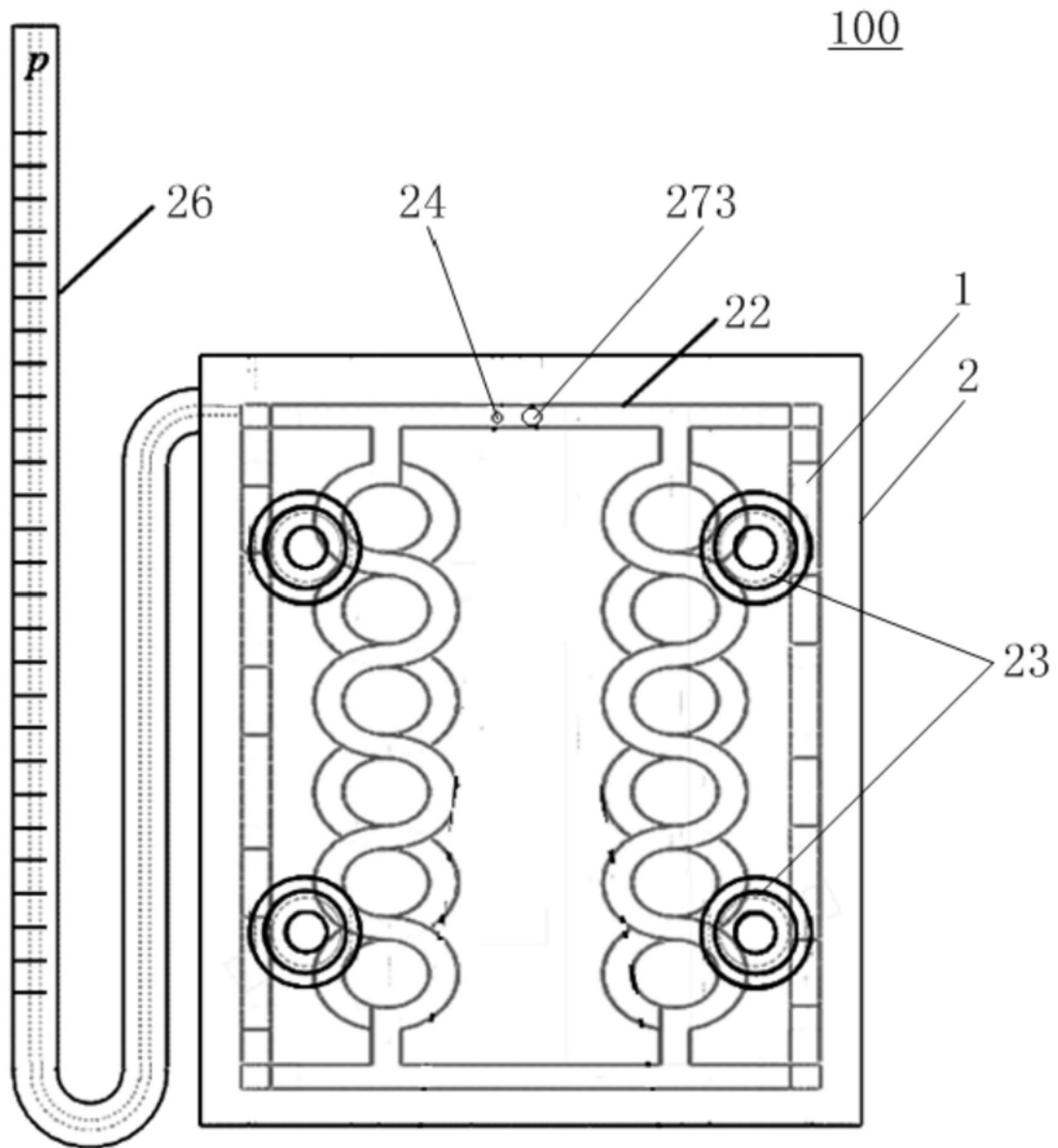


图1

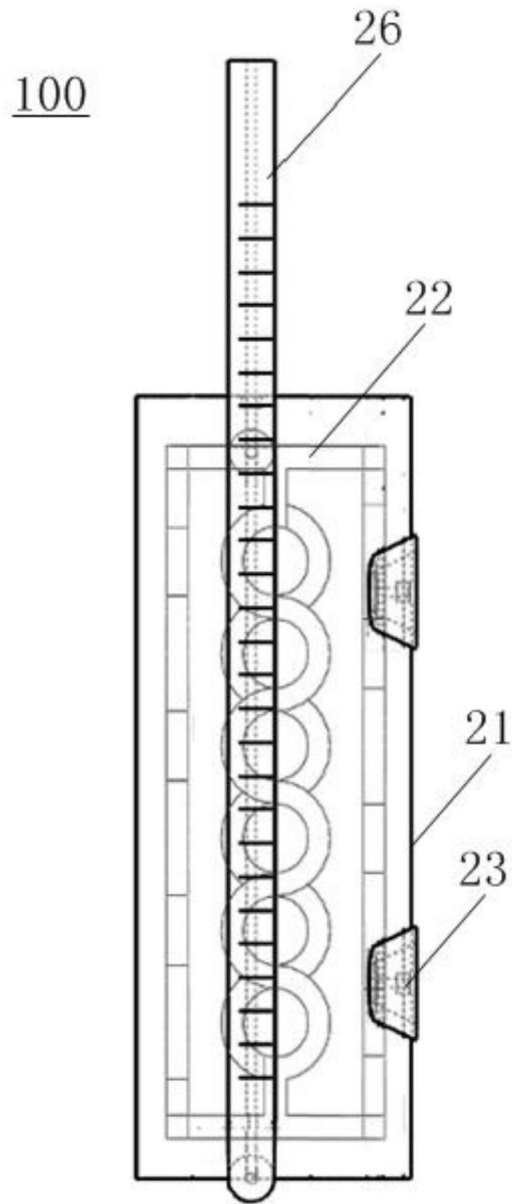


图2

100

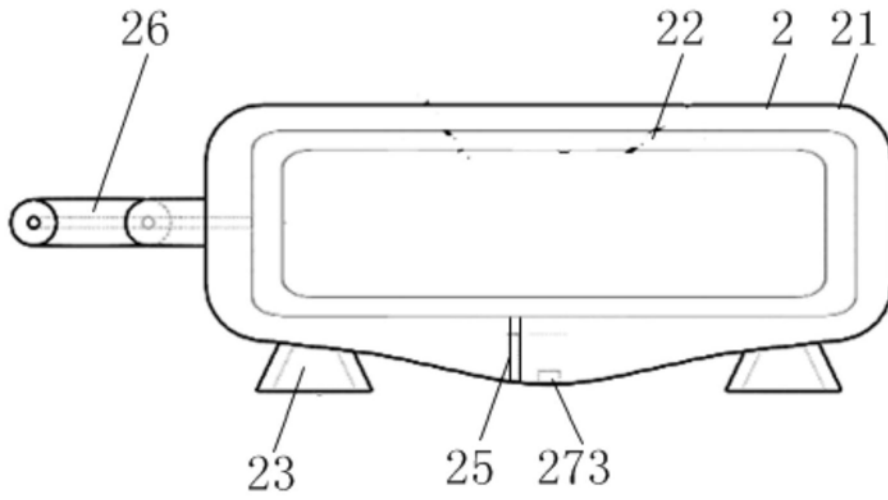


图3

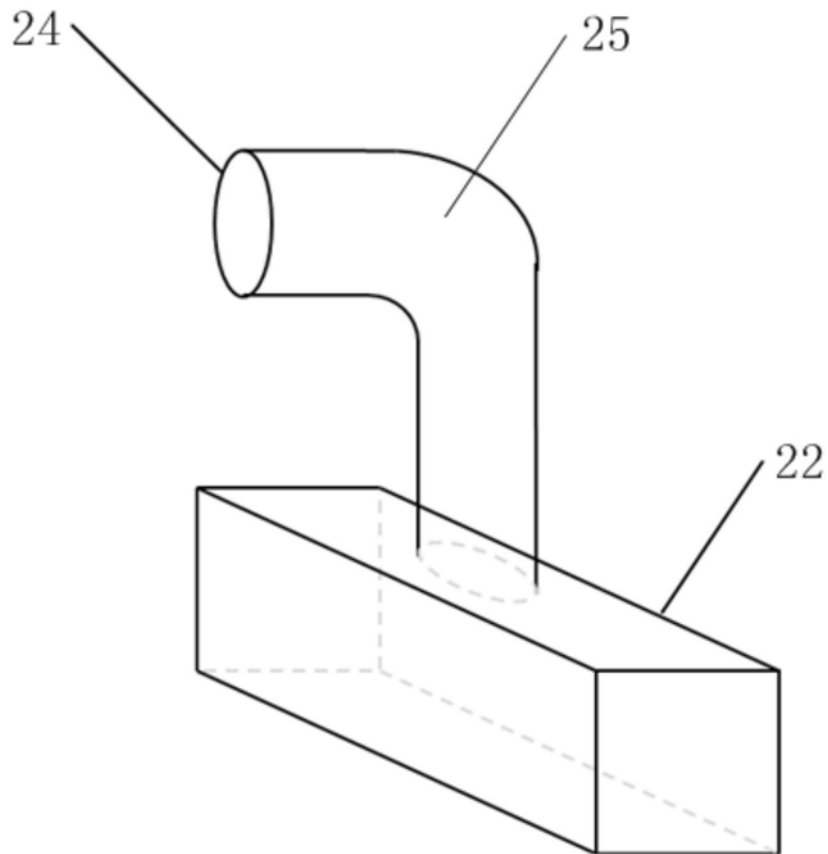


图4

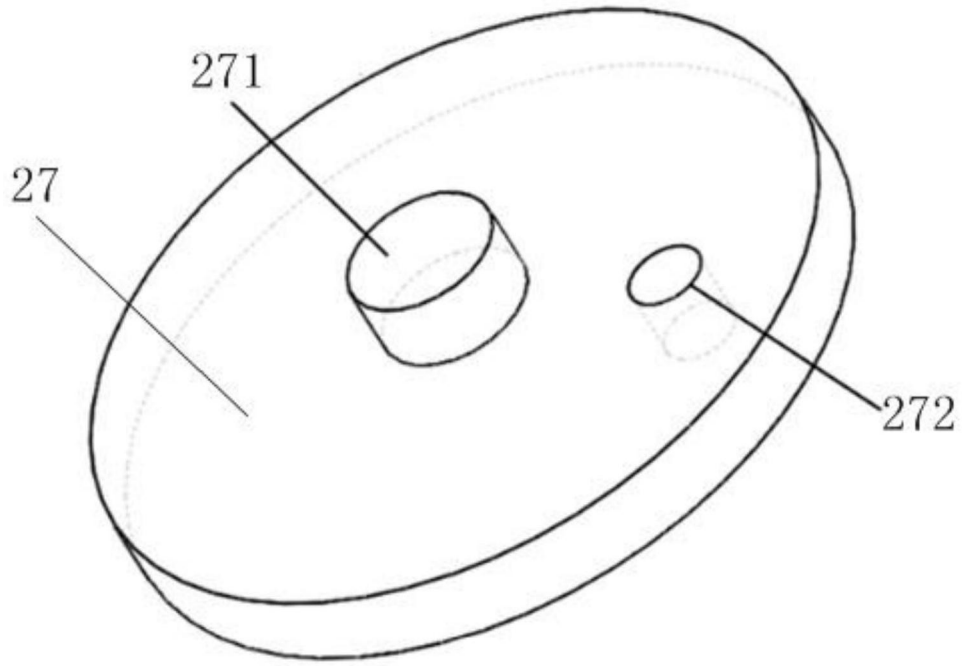


图5

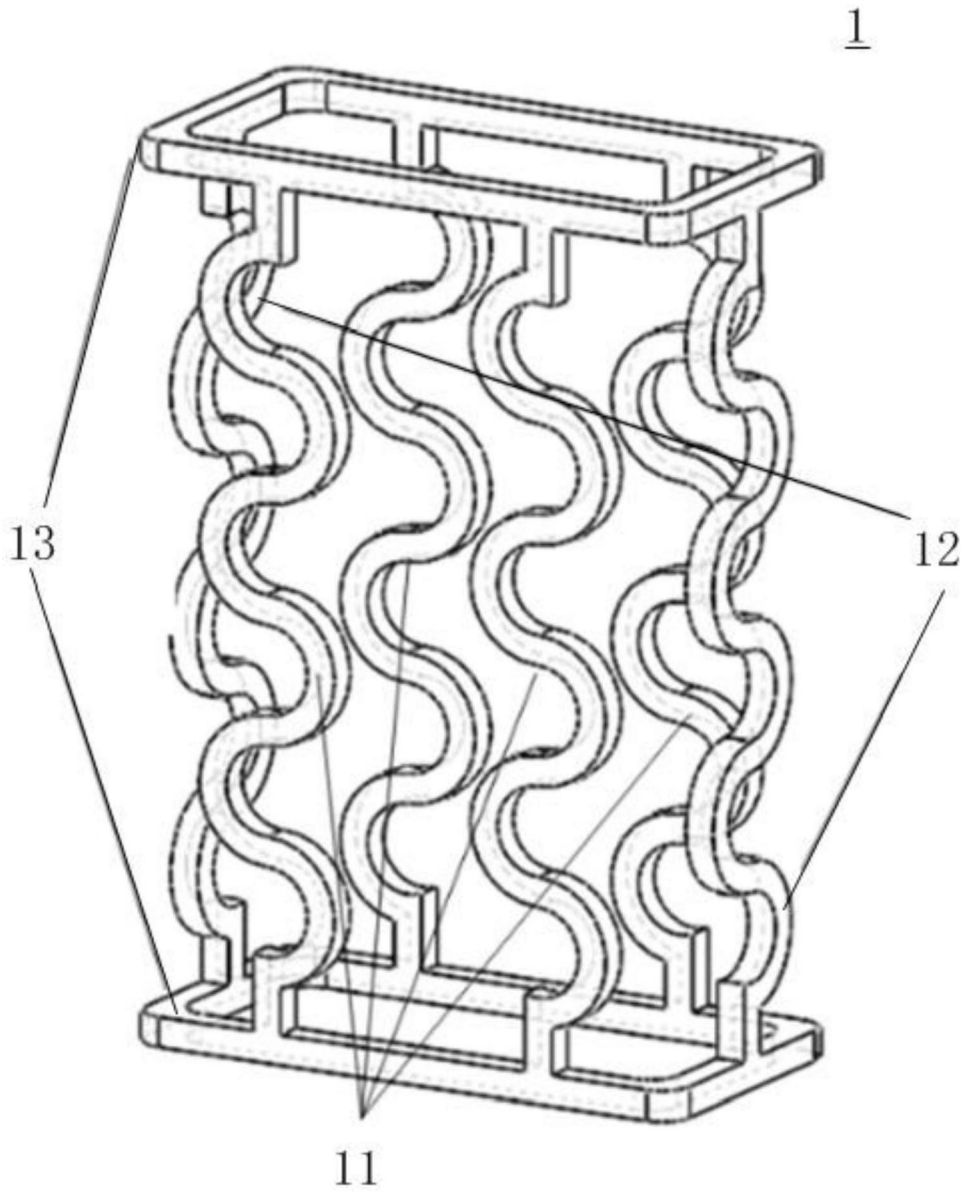


图6

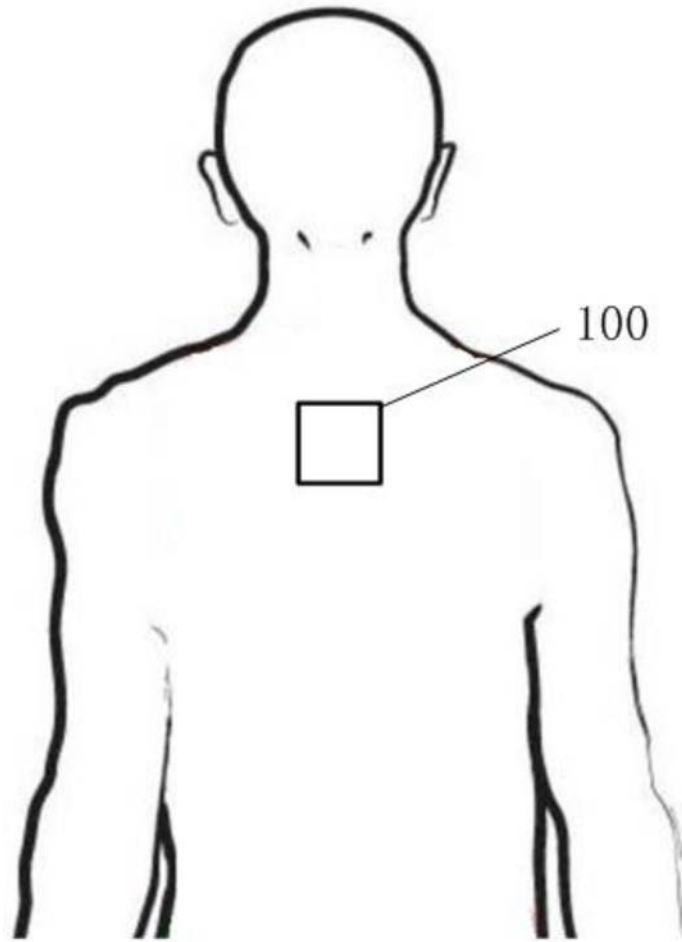


图7