



(21) 申请号 202410884032.6

G01K 13/20 (2021.01)

(22) 申请日 2024.07.03

(71) 申请人 西南医科大学附属医院

地址 646000 四川省泸州市太平街25号

(72) 发明人 雷贤英 吴松林 胡丽蓉 徐陶

高晓岚 陈德秀 王欢 艾中平

窦廷秀 陈友霞 陈艺 吴清华

谷娅 刘孝元 夏敏

(74) 专利代理机构 四川启联智创知识产权代理

事务所(普通合伙) 51370

专利代理师 张智强

(51) Int. Cl.

A61B 5/0536 (2021.01)

A61B 5/08 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

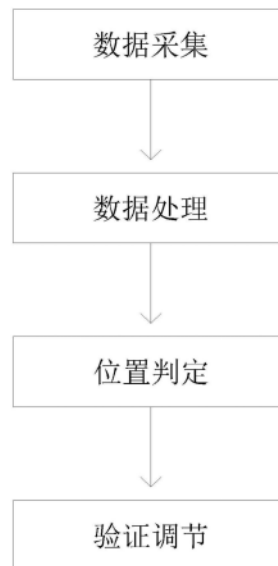
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了医学影像技术领域的判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的方法,包括以下步骤:步骤一,数据采集:让待测对象进行自主呼吸,记录待测对象的电阻抗数据、体温数据和肺通气数据;步骤二,数据处理:基于获取的电阻抗数据,结合肺通气数据计算不同呼吸的通气量阻抗比;步骤三,位置判定:基于不同呼吸的通气量阻抗比,对电极位置进行判定;步骤四,验证调节:通过实际测量和模拟验证判定的电极位置是否准确,比较不同电极位置下的成像效果和 数据质量。本发明通过电极贴合机构贴合人体胸腔位置,将电极阵列分布于胸腔外侧,确保电极与皮肤之间的紧密接触,从而提高电阻抗数据的采集质量。



1. 判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的方法,其特征在于:包括以下步骤:

步骤一,数据采集:让待测对象进行自主呼吸,记录待测对象的电阻抗数据、体温数据和肺通气数据;

步骤二,数据处理:基于获取的电阻抗数据,利用图像处理技术生成不同呼吸的肺部电阻抗图像,基于不同呼吸的肺部电阻抗图像,利用数学模型算法计算呼吸阻抗,呼吸阻抗包括肺部在呼吸过程中的电阻抗变化情况,结合肺通气数据计算不同呼吸的通气量阻抗比;

步骤三,位置判定:基于不同呼吸的通气量阻抗比,计算各个阶段的通气量阻抗比对应的斜率,将各个阶段的斜率作为目标斜率,目标斜率用于后续电极位置的判定;基于目标斜率,对电极位置进行判定;

步骤四,验证调节:通过实际测量和模拟验证判定的电极位置是否准确,比较不同电极位置下的成像效果和数据质量;若判定的电极位置不准确,则调整电极位置并重新进行数据采集和数据处理。

2. 根据权利要求1所述的判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的方法,其特征在于:步骤一中,电阻抗数据和体温数据采用电极贴合机构进行采集,电极贴合机构内阵列分布有电极,在呼吸过程中电极贴合机构根据皮肤弹性调节与皮肤的接触压力;肺通气数据包括呼吸频率的通气量。

3. 根据权利要求2所述的判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的方法,其特征在于:步骤二中,电阻抗图像包括不同呼吸的电阻抗分布情况,数学模型算法基于电阻抗图像的变化,结合体温和肺通气数据的变化,分析肺部电阻抗的变化趋势。

4. 根据权利要求3所述的判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的方法,其特征在于:步骤三中,电极位置的判定包括比较不同电极位置下的目标斜率与预设阈值的关系,利用优化算法搜索电极位置。

5. 根据权利要求4所述的判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的方法,其特征在于:步骤四中,电极位置通过电极贴合机构调整。

6. 根据权利要求5所述的判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的方法,其特征在于:电极贴合机构包括弹性束缚衣,弹性束缚衣为网状式马甲,网状式马甲将弹性束缚衣划分为若干网状结构,弹性束缚衣腰部可拆卸连接有若干腰部固定带,弹性束缚衣肩部可拆卸连接有若干肩部固定带,弹性束缚衣网状结构上均滑动连接有贴合组件,贴合组件内部均可拆卸连接有电极贴片,贴合组件贴合皮肤处均固定连接有温度传感器,贴合组件均与外接电源电连接。

7. 根据权利要求6所述的判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的方法,其特征在于:贴合组件包括外壳、真空泵和真空管,外壳上开有与网状结构滑动配合的滑槽,外壳与皮肤贴合处开有凹槽,真空泵输入端与凹槽连通,真空泵输出端与真空管连通,真空管输出端连通有电磁阀,电磁阀信号连接有控制器,控制器固定连接于真空泵外侧。

8. 判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的系统,其特征在于:包括电极阵列模块、电阻抗测量模块、数据处理模块、位置判定模块和交互显示模块;

电极阵列模块,包括若干个电极单元,呈分布式阵列,并通过电极贴合机构穿戴在待测对象胸部;

电阻抗测量模块,用于向电极单元施加微弱电流,并测量由此产生的电压变化;电阻抗

测量模块通过控制电极单元的电流和电压,获取电阻抗数据;

数据处理模块,利用数学模型算法分析不同呼吸阶段电阻抗变化情况,设别出肺部区域的边界和内部结构;

位置判定模块,根据数据处理模块的输出,判定电极位置是否准确,若不准确,则通过优化算法计算和调整;

交互显示模块,用于设置系统参数,查看电极位置和电阻抗分布图像。

9.根据权利要求8所述的判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的系统,其特征在于:数据处理模块接收电阻抗测量模块的原始数据,并进行预处理、滤波和特征提取。

10.根据权利要求9所述的判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的系统,其特征在于:交互显示模块提供用户交互界面,实时显示电极位置和电阻抗成像结果。

## 判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于医学影像技术领域,具体是判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的方法及系统。

### 背景技术

[0002] 电阻抗成像(electrical impedance tomography,EIT)技术是近几十年发展起来的一种新兴成像技术。具有非侵入、安全无辐射、响应速度快、便携的特点,为医生提供了一种全新的诊断工具,特别是在肺部功能监测方面,其应用价值尤为显著。EIT技术的成像原理是基于胸部组织电导率的差异,通过在胸部均匀布置一组电极阵列,并施加安全的交流激励信号,测量其余电极对之间的电压信号。这些电压信号的变化反映了胸部组织电导率的变化,进而可以间接地反映出肺部通气情况。借助先进的重构图像算法,这些电压信号被转化为肺部电导率分布的三维图像,使得医生能够直观地观察到肺部的功能状态。

[0003] 肺功能成像检测已成为当前EIT领域研究的热点之一,已经展现出了广泛的应用前景。在肺疾病的治疗过程中,EIT技术能够实时观察肺部通气情况,帮助医生评估治疗效果,及时调整治疗方案。在重症监护和呼吸监测方面,EIT技术能够持续监测患者的呼吸功能,及时发现异常情况,为医生提供重要的临床信息。近年来,随着研究学者对EIT技术进行了深入的研究,探索出了更多新颖的成像算法,电阻抗成像技术已经较为成熟地应用于肺部疾病的监测。

[0004] 现有的肺部电阻抗成像技术往往是采用束缚带式的装置,EIT电极被贴放于胸部某一层切面,因此向胸部注入的电流仅能分布于EIT电极层切面附近的胸部区域。由于电流分布的限制,EIT图像可能只能反映电极层面附近的电阻抗变化,无法完全覆盖整个人体胸部。这种由于电极位置带来的EIT图像的差异可能会影响临床对EIT图像的解读和判断。为此有必要提出一种判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的方法及系统。

### 发明内容

[0005] 为了解决上述EIT电极贴放于胸部某一层切面,只能采集切面附近胸部EIT电极的问题,本发明的目的是提供一种判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的方法及系统,通过电极贴合机构贴合人体胸腔位置,将电极阵列分布于胸腔外侧,确保电极与皮肤之间的紧密接触,从而提高电阻抗数据的采集质量。

[0006] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的方法,包括以下步骤:

[0007] 步骤一,数据采集:让待测对象进行自主呼吸,记录待测对象的电阻抗数据、体温数据和肺通气数据;

[0008] 步骤二,数据处理:基于获取的电阻抗数据,利用图像处理技术生成不同呼吸的肺部电阻抗图像,基于不同呼吸的肺部电阻抗图像,利用数学模型计算呼吸阻抗,呼吸阻抗包括肺部在呼吸过程中的电阻抗变化情况,结合肺通气数据计算不同呼吸的通气量阻抗比;

[0009] 步骤三,位置判定:基于不同呼吸的通气量阻抗比,计算各个阶段的通气量阻抗比对应的斜率,将各个阶段的斜率作为目标斜率,目标斜率用于后续电极位置的判定;基于目标斜率,对电极位置进行判定;

[0010] 步骤四,验证调节:通过实际测量和模拟验证判定的电极位置是否准确,比较不同电极位置下的成像效果和数据质量;若判定的电极位置不准确,则调整电极位置并重新进行数据采集和数据处理。

[0011] 进一步,步骤一中,电阻抗数据和体温数据采用电极贴合机构进行采集,电极贴合机构内阵列分布有电极,在呼吸过程中电极贴合机构根据皮肤弹性调节与皮肤的接触压力;肺通气数据包括呼吸频率的通气量。

[0012] 进一步,步骤二中,电阻抗图像包括不同呼吸的电阻抗分布情况,数学模型算法基于电阻抗图像的变化,结合体温和肺通气数据的变化,分析肺部电阻抗的变化趋势。

[0013] 进一步,步骤三中,电极位置的判定包括比较不同电极位置下的目标斜率与预设阈值的关系,利用优化算法搜索电极位置。

[0014] 进一步,步骤四中,电极位置通过电极贴合机构调整。

[0015] 进一步,电极贴合机构包括弹性束缚衣,弹性束缚衣为网状式马甲,网状式马甲将弹性束缚衣划分为若干网状结构,弹性束缚衣腰部可拆卸连接有若干腰部固定带,弹性束缚衣肩部可拆卸连接有若干肩部固定带,弹性束缚衣网状结构上均滑动连接有贴合组件,贴合组件内部均可拆卸连接有电极贴片,贴合组件贴合皮肤处均固定连接有温度传感器,贴合组件均与外接电源电连接。

[0016] 进一步,贴合组件包括外壳、真空泵和真空管,外壳上开有与网状结构滑动配合的滑槽,外壳与皮肤贴合处开有凹槽,真空泵输入端与凹槽连通,真空泵输出端与真空管连通,真空管输出端连通有电磁阀,电磁阀信号连接有控制器,控制器固定连接于真空泵外侧。

[0017] 进一步,判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的系统,包括电极阵列模块、电阻抗测量模块、数据处理与分析模块、位置判定与调整模块和交互显示模块;

[0018] 电极阵列模块,包括若干个电极单元,呈分布式阵列,并通过电极贴合机构穿戴在待测对象胸部;

[0019] 电阻抗测量模块,用于向电极单元施加微弱电流,并测量由此产生的电压变化;电阻抗测量模块通过控制电极单元的电流和电压,获取电阻抗数据;

[0020] 数据处理模块,利用数学模型算法分析不同呼吸阶段电阻抗分布情况,设别出肺部区域的边界和内部结构;

[0021] 位置判定模块,根据数据处理模块的输出,判定电极位置是否准确,若不准确,则通过优化算法计算和调整;

[0022] 交互显示模块,用于设置系统参数,查看电极位置和电阻抗分布图像。

[0023] 进一步,数据处理模块接收电阻抗测量模块的原始数据,并进行预处理、滤波和特征提取。

[0024] 进一步,交互显示模块提供用户交互界面,实时显示电极位置和电阻抗成像结果。

[0025] 基础方案具有以下有益效果:1、本发明通过实时采集待测对象的各种数据,将电阻抗数据与呼吸频率相结合,可以更全面地了解肺部在呼吸过程中的功能状态,为疾病的

诊断和治疗提供更全面的依据。不同患者的肺部结构和电阻抗分布情况可能存在差异,通过优化算法搜索电极位置,能实现对每位患者个性化适配的电极位置选择。这有助于更准确地反映每位患者的肺部电阻抗变化情况,为疾病的诊断和治疗提供更可靠的依据。

[0026] 2、本发明数据采集通过电极贴合机构进行,采用弹性束缚衣以更好的贴合人体胸腔位置,将电极阵列分布于胸腔外侧。并具备调节功能,采用真空吸附的方式,使电极能够根据皮肤表面的形状和弹性调整相应的压力,确保电极与皮肤之间的紧密接触,有助于提高电阻抗数据的采集质量,减少因接触不良或移动而产生的误差。同时,也有助于找到最佳的电极位置,确保电极能够准确捕捉到肺部电阻抗的变化,进一步提高肺部电阻抗成像的准确性和可靠性。

[0027] 3、本发明通过实时采集和分析电阻抗图像的变化,结合体温和呼吸频率数据的变化,能更准确地反映肺部在呼吸过程中的电阻抗变化情况。相关研究表明,人体体温每升高1度,呼吸每分钟大约增加4次。通过电阻抗成像技术,医生可以观察到肺部区域的边界和内部结构。当患者的体温发生变化时,其呼吸频率也会相应改变,这种呼吸变化会进一步影响肺部的电阻抗分布。因此,将体温信号与电阻抗成像相结合,医生可以更加准确地判断肺部状况,尤其是在疾病状态下。

## 附图说明

[0028] 图1为本发明实施例判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的方法的流程图。

[0029] 图2为本发明实施例判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的系统的结构框图。

[0030] 图3为本发明实施例电极贴合机构的轴测图。

[0031] 图4为本发明实施例电极贴合机构中贴合组件的剖视图。

## 具体实施方式

[0032] 下面通过具体实施方式进一步详细说明:

[0033] 说明书附图中的附图标记包括:弹性束缚衣1、腰部固定带2、肩部固定带3、贴合组件4、电极贴片5、温度传感器6、真空泵7、真空管8、控制器9。

[0034] 实施例1,基本如附图1-附图2所示:判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的方法,包括以下步骤:

[0035] 步骤一,数据采集:让待测对象进行自主呼吸,记录待测对象的电阻抗数据、体温数据和肺通气数据;电阻抗数据和体温数据采用电极贴合机构进行采集,电极贴合机构内阵列分布有电极,在呼吸过程中电极贴合机构根据皮肤弹性调节与皮肤的接触压力;肺通气数据包括呼吸频率的通气量。

[0036] 步骤二,数据处理:基于获取的电阻抗数据,利用图像处理技术生成不同呼吸的肺部电阻抗图像,电阻抗图像包括不同呼吸的电阻抗分布情况,基于不同呼吸的肺部电阻抗图像,利用数学模型算法计算呼吸阻抗,呼吸阻抗包括肺部在呼吸过程中的电阻抗变化情况,结合肺通气数据计算不同呼吸的通气量阻抗比;数学模型算法基于电阻抗图像的变化,结合体温和肺通气数据的变化,分析肺部电阻抗的变化趋势。

[0037] 步骤三,位置判定:基于不同呼吸的通气量阻抗比,计算各个阶段的通气量阻抗比对应的斜率,将各个阶段的斜率作为目标斜率,目标斜率用于后续电极位置的判定;基于目标斜率,对电极位置进行判定;电极位置的判定包括比较不同电极位置下的目标斜率与预设阈值的关系,利用优化算法搜索电极位置。

[0038] 步骤四,验证调节:通过实际测量和模拟验证判定的电极位置是否准确,比较不同电极位置下的成像效果和数据质量;若判定的电极位置不准确,则通过电极贴合机构调整电极位置并重新进行数据采集和数据处理。

[0039] 本方法通过优化算法判定的电极位置是否准确,并比较不同电极位置下的成像效果和数据质量,能够及时发现并纠正电极位置的问题。能够根据不同待测对象的电阻抗数据和肺通气数据进行个性化的电极位置判定,通过优化算法搜索出最适合的电极位置。因此能够提供更符合个体特点的肺部电阻抗成像结果,有助于更准确地反映不同患者的肺部电阻抗变化情况,为疾病的诊断和治疗提供更可靠的依据。

[0040] 判定自主呼吸中肺部电阻抗成像的电极位置的系统,包括电极阵列模块、电阻抗测量模块、数据处理与分析模块、位置判定与调整模块和交互显示模块;

[0041] 电极阵列模块,包括若干个电极单元,呈分布式阵列;并通过电极贴合机构穿戴在待测对象胸部。

[0042] 电阻抗测量模块,用于向电极单元施加微弱电流,并测量由此产生的电压变化;并通过控制电极单元的电流和电压,获取电阻抗数据。

[0043] 数据处理模块,接收电阻抗测量模块的原始数据,并进行预处理、滤波和特征提取,利用数学模型算法分析不同呼吸阶段电阻抗分布情况,设别出肺部区域的边界和内部结构。

[0044] 位置判定模块,根据数据处理模块的输出,判定电极位置是否准确,若不准确,则通过优化算法计算和调整。

[0045] 交互显示模块,提供用户交互界面,实时显示电极位置和电阻抗成像结果,用于设置系统参数,查看电极位置和电阻抗分布图像。

[0046] 本系统通过电极阵列模块和电阻抗测量模块获取准确的电阻抗数据,通过电阻抗测量模块实时采集数据,数据处理与分析模块分析电阻抗分布特征,采用优化算法判定与调整模块计算电极位置是否准确。交互显示模块使得用户能够方便地设置系统参数,并实时查看电极位置和电阻抗分布图像,这种交互性和可视化的设计使得用户可以直观地了解系统的运行状态和成像结果。

[0047] 实施例2

[0048] 与上述实施例不同之处在于,如附图3-附图4所示,电极贴合机构包括弹性束缚衣1,弹性束缚衣1为网状式马甲,网状式马甲将弹性束缚衣1划分为若干网状结构;弹性束缚衣1腰部可拆卸粘接有若干腰部固定带2;弹性束缚衣1肩部可拆卸粘接有若干肩部固定带3。

[0049] 弹性束缚衣1网状结构上均滑动连接有贴合组件4,贴合组件4内部均可拆卸卡合连接有电极贴片5,贴合组件4贴合皮肤处均固定粘接有温度传感器6,温度传感器6型号优选为OS136A-1-MA。

[0050] 贴合组件4包括外壳、真空泵7和真空管8,外壳上开有与网状结构滑动配合的滑

槽,外壳与皮肤贴合处开有凹槽,真空泵7输入端与凹槽连通,真空泵7优选为CJD5-PCF-5015N,真空泵7与外接电源电连接,真空泵7输出端与真空管8连通,真空管8输出端连通有电磁阀,电磁阀型号优选为V124D03,电磁阀信号连接有控制器9,控制器9型号优选为STM32F103C8T6,控制器9螺钉固定连接于真空泵7外侧。

[0051] 具体实施过程如下:当需进行电阻抗数据采集时,首先将弹性束缚衣1穿戴在身体上,弹性束缚衣1采用网状式马甲设计,符合人体工学,穿着舒适,减少对患者活动的影响。然后通过腰部固定带2和肩部固定带3固定好位置,将电极贴片5放置于贴合组件4上,由贴合组件4将电极贴片5吸附于人体皮肤上。通过控制器9启动真空泵7,真空泵7抽吸外壳内空气,并在外壳凹槽内形成负压,使电极贴片5紧密贴合在皮肤上,以适应不同年龄段的体型。当有老年人皮肤较为松弛的也能较好的贴合于其皮肤表面,确保电极信号的稳定传输和采集。并由温度传感器6采集皮肤温度,将数据传输至外部设备,将体温信号与电阻抗成像相结合。

[0052] 当需调整电极贴片5位置时,通过真空泵7释放外壳凹槽内负压,从而使得电极贴片5松动,由于贴合组件4滑动连接于网状结构上,所以贴合组件4能在网状结构内滑动配合,通过调整至适合位置时,再次将凹槽内部空气抽吸,使可拆卸卡合连接于贴合组件4的电极贴片5贴合在皮肤上。采用这种真空吸附的方式适应每个人的皮肤状态,从而提高肺部电阻抗成像的准确性和可靠性。

[0053] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

[0054] 以上所述的仅是本发明的实施例,方案中公知的具体结构及特性等常识在此未作过多描述,所属领域普通技术人员知晓申请日或者优先权日之前发明所属技术领域所有的普通技术知识,能够获知该领域中所有的现有技术,并且具有应用该日期之前常规实验手段的能力,所属领域普通技术人员可以在本申请给出的启示下,结合自身能力完善并实施本方案,一些典型的公知结构或者公知方法不应当成为所属领域普通技术人员实施本申请的障碍。应当指出,对于本领域的技术人员来说,在不脱离本发明结构的前提下,还可以作出若干变形和改进,这些也应该视为本发明的保护范围,这些都不会影响本发明实施的效果和专利的实用性。本申请要求的保护范围应当以其权利要求的内容为准,说明书中的具体实施方式等记载可以用于解释权利要求的内容。



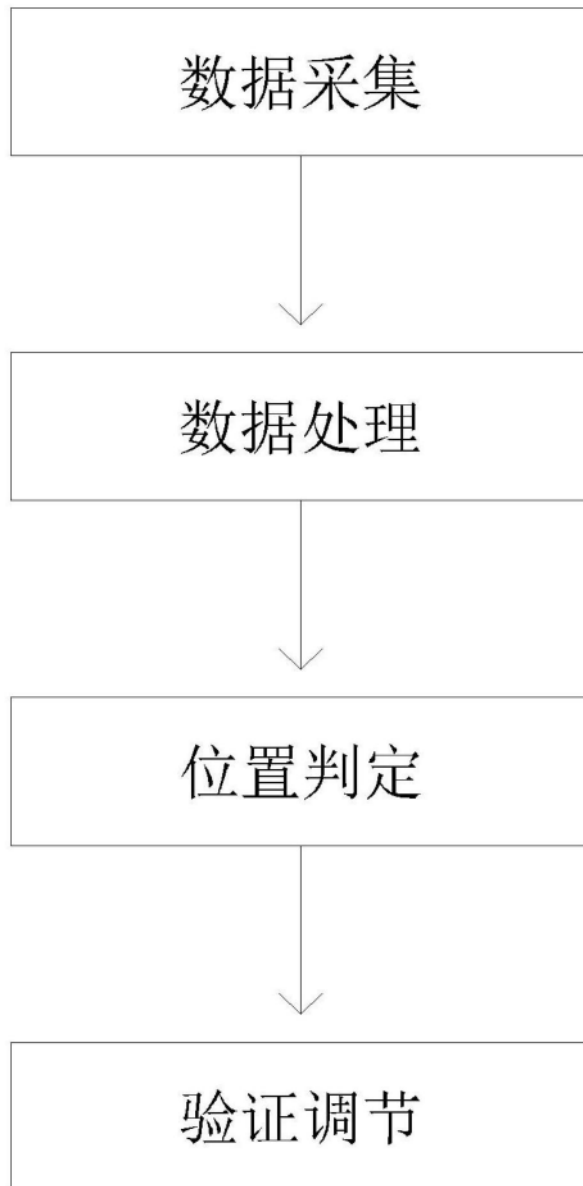


图1

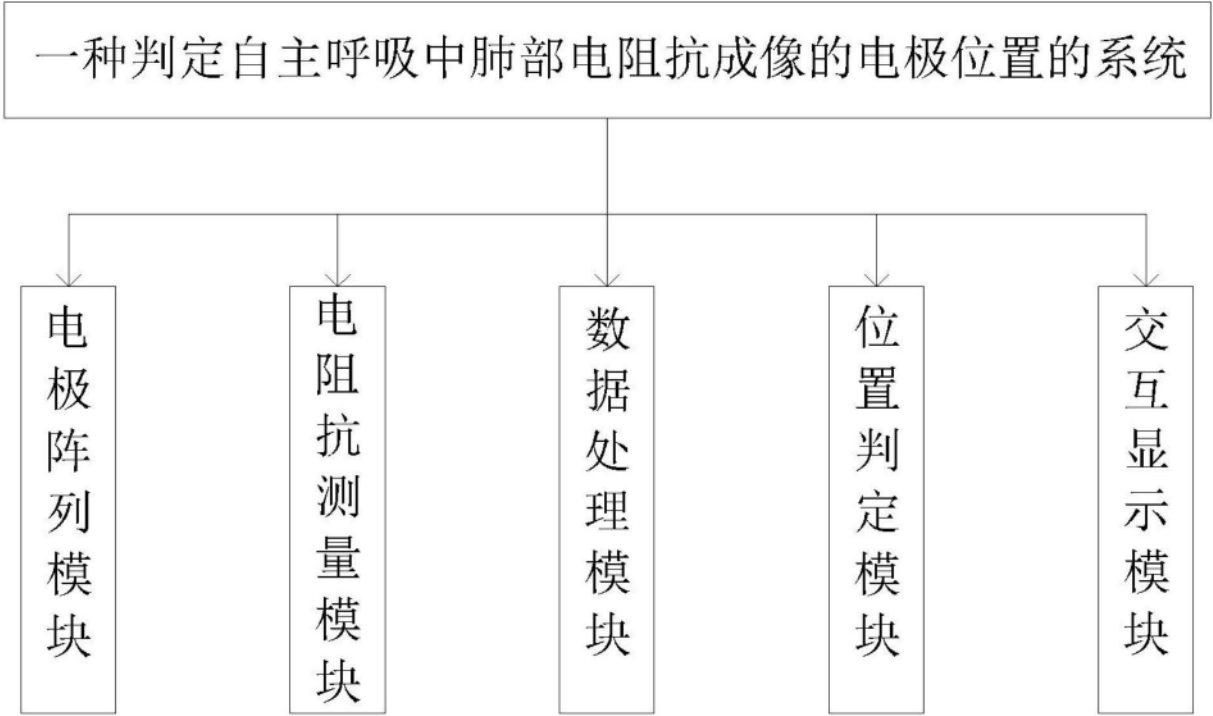


图2

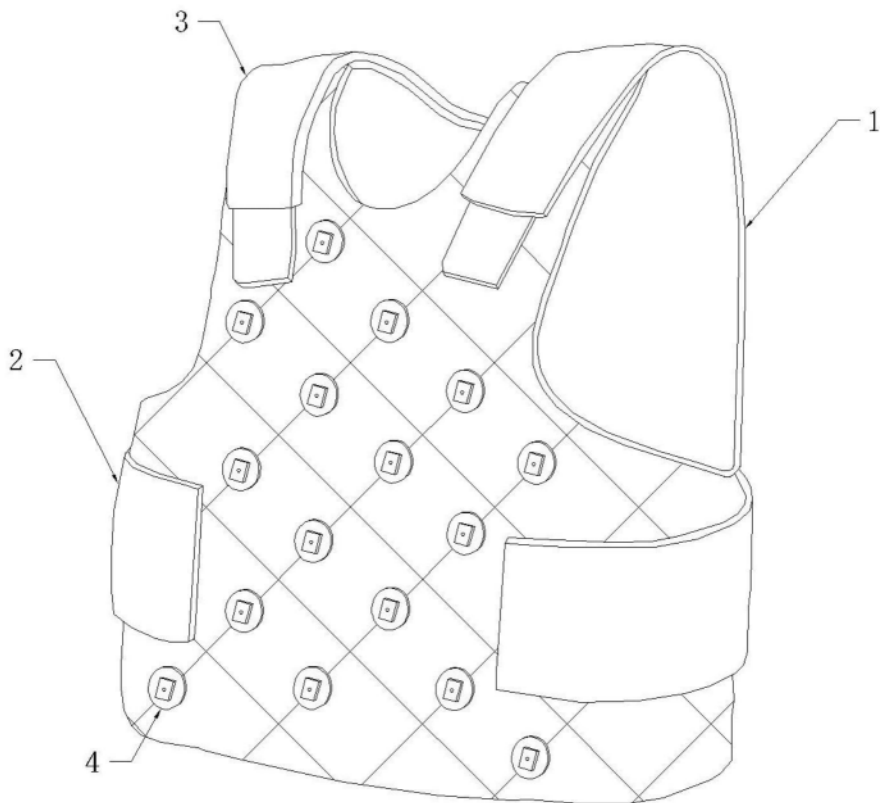


图3

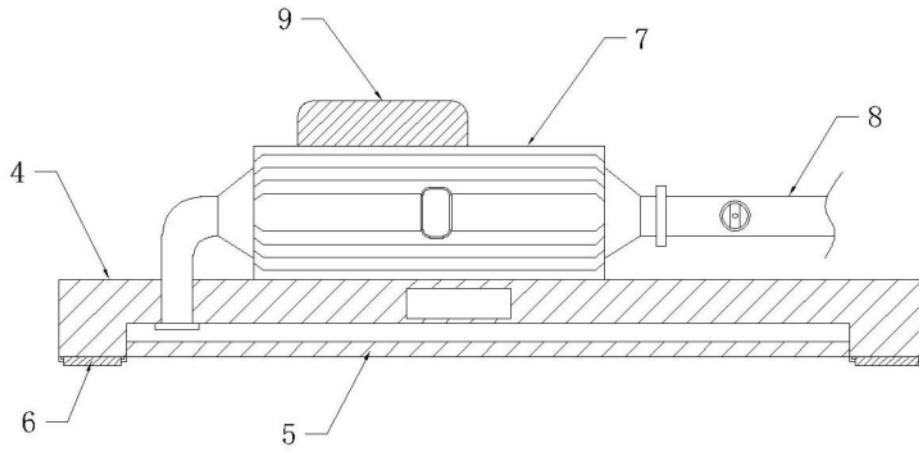


图4