



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101856227 B

(45) 授权公告日 2012. 06. 27

(21) 申请号 201010203015. X

审查员 邢伟

(22) 申请日 2010. 06. 10

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市 100084 信箱 82 分箱清
华大学专利办公室

专利权人 北京化工大学

(72) 发明人 刘冉 刘静 金翠云 申成虎

(74) 专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司 11327

代理人 邸更岩

(51) Int. Cl.

A61B 5/053 (2006. 01)

(56) 对比文件

WO 0107585 A1, 2001. 02. 01,

US 2010030089 A1, 2010. 02. 04,

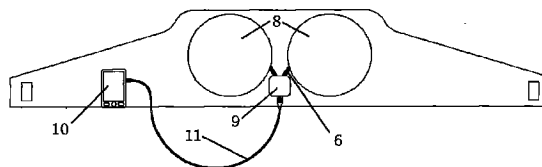
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

基于手机平台的乳腺电阻抗断层成像仪

(57) 摘要

基于手机平台的乳腺电阻抗断层成像仪,属于医疗检测仪器及生物检测技术领域。所述的成像仪包括乳腺检测部件、电阻抗检测电路、含有数据显示和分析软件的手机;电阻抗检测电路含有单片机、频率发生器、滤波放大电路、模拟开关、电极组和幅度相位检测芯片。本发明采用生物电阻抗断层图像检测技术和广泛使用的手机,可使患者无需去医院和特殊的工作环境即可方便的进行定期检查,早期诊断,并可保存个人病历库,以便及时与医生交流和查看病情,并具有体积小、安全、操作简单以及费用低等特点,特别适用家庭使用。



1. 基于手机平台的乳腺电阻抗断层成像仪,其特征在于:所述的成像仪包括乳腺检测部件、电阻抗检测电路、含有数据结果显示和分析软件的手机;所述的乳腺检测部件呈“胸罩状”,并根据乳房结构布置三层电极组,分别为乳晕区电极层、中间部位电极层和边缘部位电极层,每层的电极均匀分布;所述的电阻抗检测电路包括含有电阻抗检测和处理软件的单片机、频率发生器、滤波放大电路、模拟开关以及幅度相位检测芯片;电阻抗检测电路以所述的单片机为中心,单片机的输出端通过控制线路与频率发生器的输入端相连接,频率发生器输出的频率信号经过滤波放大电路后生成交流电流信号,由单片机通过模拟开关将交流电流信号输入给同一层电极组中的一对相邻电极,并通过该一对相邻电极中的一个电极将交流电流信号输入给乳腺组织,而另一个电极与地线相连;由同一层电极组中的其余电极获得乳腺组织的电压信号,再由单片机控制模拟开关将电压信号输入到幅度相位检测芯片,经转化后将信号输入到单片机;当单片机检测完一层电极组后再用模拟开关选定电极组的下一层的一对相邻电极来输入交流电流信号,检测该层的电阻抗;用同样的方法检测完每个电极层;检测完后,单片机经过图像重建算法把信号转化成图像信号;所述的单片机通过通讯模块与所述的手机进行双向通信,把图像信号发送到手机,并在手机上显示;所述的频率发生器输出的频率为 $1\text{kHz} \sim 100\text{kHz}$ 。

2. 按照权利要求1所述的基于手机平台的乳腺电阻抗断层成像仪,其特征在于:所述的乳腺检测部件分为内层和外层,内层为乳胶材料,所述的电极组布置在内层上,所述的外层为防护层,在内层和外层之间布置电极导线。

3. 按照权利要求2所述的基于手机平台的乳腺电阻抗断层成像仪,其特征在于:所述的乳晕区电极层和边缘部位电极层的电极密度大于中间部位电极层的电极密度。

4. 按照权利要求1所述的基于手机平台的乳腺电阻抗断层成像仪,其特征在于:所述的通讯模块采用 USB2.0 或蓝牙。

基于手机平台的乳腺电阻抗断层成像仪

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电阻抗断层成像 (EIT) 设备及测量技术, 特别涉及手机技术和 USB2.0 通讯技术, 属于医疗检测仪器及生物检测技术领域。

背景技术

[0002] 根据中国人口协会调查发现我国乳腺癌发病率近几年不断上升, 并成为女性疾病中的最大疾病之一。乳腺癌是肿瘤疾病之一, 与其他肿瘤疾病一样, 对乳腺癌要早发现、早诊断、早治疗的方针。但目前我国乳腺癌疾病检查有很多弊端, 使我国女性乳腺癌发病一直没有好转。

[0003] 乳腺癌是女性最常见的恶性肿瘤之, 其发病率在全球范围, 尤其在亚洲国家明显上升趋势, 已成为严重危害妇女健康和生命的主要疾病之一。近年我国乳腺癌发病率的增长速度高出高发国家 1-2 个百分点, 且呈明显年轻化趋势, 我国每年有 20 余万妇女患乳腺癌。而乳腺癌的治疗效果主要取决于病情诊断的早晚。原因在于早期乳腺癌的肿瘤细胞较少发生远处转移, 多数治疗较好。但病情晚期时较多的肿瘤细胞发生远处转移, 并破坏其他器官。导致治疗效果差, 死亡率高。因此, 乳腺癌的早期发现和诊断, 对于减少乳房疾病的发生、增加患者生存的可能性意义重大。

[0004] 而目前乳腺癌检测必须去医院检测, 但很多妇女不能保证定期去医院体检, 因而导致了虽然乳腺癌的早期治愈率比较高, 但很多人错过早期治疗, 当诊断出乳腺癌时为时已晚很难治疗。

[0005] 目前常见的乳腺检测方法有钼靶 X 射线检查、CT 检查、磁共振 (MRI) 检查、超声检查和正电子发射体层 (PET) 成像、红外透照成像、液晶热图成像。而我国临床常用方法是钼靶 X 射线检查和超声检查。

[0006] 自上世纪 60 年代发明钼靶 X 线机以来, 乳腺 X 线诊断迅速发展, 逐渐成为最常用的乳腺检测方法。尤其是数字化摄影技术融入 X 射线检测, 使得乳腺 X 射线能够检查出更多未被感知的癌灶, 而且图像的动态范围宽, 对比分辨率也大大提高。但 X 射线对于接近胸壁和致密型乳腺的小癌灶易于漏诊。而且 X 射线的电离作用对人体有害, 可能诱发癌症。经常接触 X 射线会诱发肿瘤产生的几率。X 线摄影对于乳腺肿瘤的诊断仍有较高的假阳性率, 在美国由于 X 线摄影的不确定结果进行活检的妇女中只有 25%~29% 诊断为乳腺癌。

[0007] 超声检查能清晰显示乳腺内各层软组织及乳腺内肿块的形态, 对于乳腺疾病的诊断是一种有价值的检测方法。特别是年轻妇女的致密型乳腺及做过乳腺成形术后的评价。尤其是在引入彩色多普勒超声以后, 使得超声成像可以得到高清晰度的二维图像及彩色血流特征, 检查无创、快捷、重复性强、分辨率高、鉴别囊性及实性肿块准确率达 90% 以上。但超声检查的局限性在于检查的准确性很大程度上取决于所使用的设备和检查医师的个人经验。另外 10MH 的探头提高了对成簇微小钙化的检出率, 但仍不如 X 射线可靠。

[0008] 目前有电阻抗成像 (electrical impedance tomography, EIT) 技术, 也可以检测乳腺癌。电阻抗断层成像技术是根据物体内部组织电特性参数 (如电阻率、电容率) 的不

同,通过对其表面施加安全激励电流或电压,同时测量物体表面的电压或电流信号来获知物体内部电特性参数的分布,进而重建出反映物体内部结构的图像。这对生物体内部电特性的研究具有重要意义,这种图像不仅包含了丰富的解剖学信息,而且可以获得某些组织和器官的电特性随其病理、生理功能状态而改变的信息。医学研究表明,当疾病发生时,相关组织与器官的功能性变化往往要先于器质性病变和其它临床症状。在经过一定的功能代偿期或潜伏期后,发展成器质性病变,开始出现组织与器官结构性变化或其它临床症状。在组织与器官的功能性变化时,导致其组织的电导特性也改变,用电阻抗检测技术检测时有明显变化。而钼靶 X 射线检查和超声检查技术等提供的人体结构图像是只有当疾病发生,并以形成器质性病变,相关组织与器官的结构已经改变(如已形成一定大小的肿瘤)时,才能给出诊断结果。乳腺癌与其它肿瘤疾病一样需要早期发现、早期治疗。与其它检测技术相比,电阻抗检测技术更适合乳腺癌的早期诊断。而且这种方式对人体无害,可以多次测量,重复使用,可以成为对患者进行长期、连续监护而不会给患者造成损伤或带来不适的医院监护设备。加上成本低廉,不要求特殊的工作环境等,因而是一种较理想的、具有广阔应用前景的医学成像技术。而国外已有利用电阻抗成像技术检测乳腺组织的仪器,但仪器大且仪器成本高等缺点,不便在家庭使用。

发明内容

[0009] 本发明的目的是利用目前广泛使用的手机,为家庭和个人提供一种体积小、操作简单的基于手机平台的乳腺电阻抗断层成像仪,使患者无需去医院和特殊的工作环境即可方便的进行定期检查,并可保存个人病历库,以便及时与医生交流和查看病情。

[0010] 本发明的技术方案如下:

[0011] 一种基于手机平台的乳腺电阻抗断层成像仪,其特征在于:所述的成像仪包括乳腺检测部件、电阻抗检测电路、含有数据结果显示和分析软件的手机;所述的乳腺检测部件呈“胸罩状”,并根据乳房结构布置三层电极组,分别为乳晕区电极层、中间部位电极层和边缘部位电极层,每层的电极均匀分布;所述的电阻抗检测电路包括含有电阻抗检测和处理软件的单片机、频率发生器、滤波放大电路、模拟开关以及幅度相位检测芯片;电阻抗检测电路以所述的单片机为中心,单片机的输出端通过控制线路与频率发生器的输入端相连接,频率发生器输出的频率信号经过滤波放大电路后生成交流电流信号,由单片机通过模拟开关将交流电流信号输入给同一层电极组中的一对相邻电极,并通过该对电极中的一个电极将交流电流信号输入给乳腺组织,而另一个电极与电源地相连;由同一层电极组中的其余电极获得乳腺组织的电压信号,再由单片机控制模拟开关将电压信号输入到幅度相位检测芯片,经转化后将信号输入到单片机;当单片机检测完一层电极组后再用模拟开关选定电极组的下一层的一对相邻电极来输入交流电流信号,检测该层的电阻抗;用同样的方法检测完每个电极层;检测完后,单片机经过图像重建算法把信号转化成图像信号;所述的单片机通过通讯模块与所述的手机进行双向通信,把图像信号发送到手机,并在手机上显示;所述的频率发生器输出的频率为 1kHz ~ 100kHz。

[0012] 本发明的技术特征还在于:所述的乳腺检测部件分为内层和外层,内层为乳胶材料,所述的电极组布置在内层上,所述的外层为防护层,在内层和外层之间布置电极导线。

[0013] 所述的乳晕区电极层和边缘部位电极层的电极密度大于中间部位电极层的电极

密度。

[0014] 本发明所述的通讯模块采用 USB2.0 或蓝牙。

[0015] 本发明与现有技术相比,具有以下优点及突出性效果:①本发明在乳腺癌检测上用生物电阻断层图像(EIT)检测技术,该技术对身体无害,可以多次测量,重复使用,且设备成本低廉,检测简单和无环境约束等特点,有望成为乳腺癌普查的有效方法。②本装置适用于家庭使用,有体积小、操作简单和检查费用低廉等特点,不去医院就可以方便的给自己定期检查。本装置解决由于传统观念、医院检查时间长、检查费用贵等原因耽误定期检查的问题。③本装置使用了普遍的手机为控制,显示,储存和通讯的部件,并且一般手机就可以完成功能,用户只需要检测部件和手机软件,即可使用本设备,大大减少了部件成本。④本装置中使用了手机储存能力和通讯能力,使检测结果保存为个人病历库,方便的和医生交流和查看病情。

附图说明

[0016] 图1为本发明的电路结构原理框图。

[0017] 图2为乳腺检测部件实施例的透视俯视图(电极导线已省略)。

[0018] 图3为乳腺检测部件实施例透视平视图(电极导线已省略)。

[0019] 图4为乳房边缘部位和乳晕区示意图。

[0020] 图5为乳腺检测部件部分断层图。

[0021] 图6为本发明的整体结构示意图。

[0022] 图7为单片机的电阻抗检测和处理软件的流程图。

[0023] 图8为手机的数据结果显示和分析软件的流程框图。

[0024] 图面说明

[0025] 1-乳腺检测部件外层;2-乳腺检测部件内层;3-电极;4-乳晕区;5-边缘部位;6-电极导线;7-电极保护套;8-乳腺检测部件;9-电阻抗检测电路;10-手机;11-USB线。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图对本装置的具体结构、测量原理、过程及实施方式作进一步的说明。

[0027] 图1为本发明的基于手机平台的乳腺点阻抗检测仪的结构原理图。该成像仪包括电阻抗检测部件、电阻抗检测电路和手机。乳腺检测部件呈“胸罩状”,并在上面布置电极组。而电阻抗检测电路包括含有电阻抗检测软件的单片机、频率发生器、滤波放大电路、模拟开关以及幅度相位检测芯片。

[0028] 图2和图3为乳腺检测部件实施例的透视图,可方便查看电极分布情况。乳腺检测部件由乳腺检测部件内层和乳腺检测部件外层组成。乳腺检测部件内层为乳胶材料组成,主要功能为插入电极与吸附皮肤,使电极吸附在乳腺上。电极导线布置在乳腺检测部件内层和乳腺检测部件外层之间。乳腺检测部件外层主要功能为保护电极导线不被损坏。电极分布在内层上。本实施例的电极组共分布5层,乳房的边缘部位布置一层电极,即边缘部位电极层;乳房乳晕区的边缘上布置一层电极,即乳晕区电极层;乳房的边缘部位和乳晕区之间称为中间部位电极层,中间部位还可均匀分为2~4层电极(本实施例将中间部位分为3层)。乳房边缘部位和乳晕区见图4。为了方便起见,把边缘部位电极层命名为第一层,

乳晕区电极层命名为第 5 层,中间部位依次命名为第 2 层,第 3 层和第 4 层。第 1 层电极组由 32 个电极均匀分布,其它层为 16 个电极均匀分布。由于乳腺癌常见部位为乳晕区和边缘部位,所以在乳晕区和边缘部位电极分布较密,使检测效果好些。而且目前常用电极分布为 16、32 或 64 电极。第 1 层为边缘部位,用 32 电极使电极分布较密,使检测效果较好。第 5 层为乳晕区,因乳晕区半径较小,用 16 电极也能得到较好的断层图。

[0029] 图 5 为乳腺检测部件部分断层图。电极分布在乳腺检测部件内层上。是由电极保护套套上,再插入在乳腺检测部件内层上。图 5 中的 9 为电极保护套,由圆形、无弹性、绝缘材料组成。电极保护套主要功能是在乳腺检测部件内层拉伸时保护电极不受损坏。在乳腺检测部件内层和乳腺检测部件外层之间布置导线,由于导线布置很多,且导线直接布置在外很容易被损坏,所以外加一层乳腺检测部件外层保护导线。

[0030] 电阻抗检测电路包括单片机、频率发生器、滤波放大电路、模拟开关和幅度相位检测芯片。电阻抗检测是以单片机为中心,且整个过程由单片机编程自动完成。当开始检测时单片机控制频率发生器,使频率发生器输出 1-100KHz 之间的交流电流信号。频率发生器输出的交流电流信号经过滤波放大电路后生成 1mA 的交流电流,且在整个检测过程中交流电流的幅值保持不便。当有稳定的交流电流输出时,单片机控制模拟开关来选定第一层中的两个相邻电极。其中一个电极输入交流电流信号,另一个电极作为参考电压,与电源地相连。再由单片机控制模拟开关来选定同一层的其余电极来获得乳腺组织的电压信号。再由单片机控制模拟开关将电压信号输入到幅度相位检测芯片,经转化后将信号输入到单片机储存。当单片机检测完一层电极组后再用模拟开关选定电极组的下一层的一对相邻电极来输入交流电流信号,检测该层的电阻抗。用同样的方法检测完每个电极层。检测完后,单片机经过图像重建算法把信号转化成图像信号。单片机通过通讯模块与手机进行双向通信,把图像信号发送到手机,并在手机上显示。

[0031] 在选择单片机和手机的通讯方式时,我们可以选择蓝牙或 USB2.0 的通讯方式。

[0032] 当选择蓝牙通讯方式时,需要加入蓝牙通讯电路和电源系统,在电路设计因使用较多芯片,电路比较复杂。选择 USB2.0 通讯方式时,因 USB 有 5V 电压接入无需另加电源系统可直接供电。且目前已有集成 USB2.0 通讯协议的单片机芯片,可直接与 USB2.0 接口连用,使用方便。

[0033] 在本设计上选用 USB2.0 通讯方式,所以在单片机选用时使用 Cypress 公司的 EZ-USB FX2 单片机 CY7C68013。EZ-USB FX2 是业界推出的第一个 USB2.0 集成外围控制器,并集成了增强型 8051 单片机,可直接用 USB 接口与 8051 单片机通讯。而目前智能手机很多都有 USB 接口,无需转换接口可直接与本装置连用。可调频率发生器选用 AD9850 芯片。该芯片内含可编程 DDS 系统和高速比较器,可实现全数字编程控制的频率合成。在 1-100KHz 频率范围中选择 100 个频率,由单片机编程来控制 AD9850 发出频率信号。再经过滤波放大电路后生成 1mA 的交流电流。生成的交流电流输入通过电极输入到乳腺组织上,使其他电极获得电压信号。电压信号通过电极输入到幅度相位测量芯片来转化信号。芯片选用 AD8302 芯片。该芯片集成了 RF/IF 幅度和相位测量的集成电路,能同时测量从低频到 2.7GHz 频率范围内两输入信号之间的幅度比和相位差。该器件将精密匹配的两个对数检波器集成在一块芯片上,因而可将误差源及相关温度漂移减小到最低限度。该器件在进行幅度测量时,其动态范围可扩展到 60dB,而相位测量范围则可达 180 度。当用 AD8302 芯片测的幅度相位值

传输到单片机储存,一次测量就完成。当检测完第 1 层电阻抗值后,以相同的方法检测下一层,直到把所有的层检测完。检测完后再由单片机把下一个要测的频率发送到 AD9850,继续测下一个频率的电阻抗值,直到测完所有要检测的频率为止。

[0034] 本装置的电源是由手机电源通过 USB 提供。USB 电源为 5V 直流电源,而上述芯片需 3.3V 电源供电,所以要一个电源转换电路把 5V 电源降到 3.3V 稳压电源来供电。该电路可用 LT1763CS8-3.3 芯片,把 USB 接口的 5V 电源转换成 3.3V 稳压输出,给单片机和其他芯片供电。

[0035] 电极使用一般的心电电极。由于需要测量的是乳腺组织,而电极需紧贴于皮肤表层才能使测量减少误差。本装置在测量设计上使用乳罩型乳胶材料上插入电极来测量。乳胶有吸附皮肤的特性,检测时乳胶紧贴于皮肤表层,使电极也紧贴于乳腺皮肤层上。

[0036] 图 6 为本发明的乳腺电阻抗检测仪示意图。在实际测量时,先把乳腺检测部件对准乳腺带好仪器。测量时应平稳躺或坐着,把乳腺检测部件内层的乳胶层紧贴于皮肤,使电极吸附在乳腺上。然后打开手机上的乳腺检测软件。当第一次使用乳腺检测软件时,需要先填入个人信息来生成个人信息库,而以后每次登陆时直接进入该账户信息库。填完个人信息后可以进入乳腺检测界面,进入界面后软件先查看 USB 连接情况。当出现连接出错时无法执行乳腺检测,需要重新查看 USB 插头是否连接好。USB 连接好后点击开始检测按钮开始测量乳腺电阻抗。当测量时,应保持不动且呼吸不要太大。虽然测量速度很快,但测量数据量大需要一段时间,当移动或大呼吸会影响测量结果。当检测完手机会提示检测结束,并可以在手机软件上查看结果图像。这时可以把仪器取下,也可以把 USB 断开连接。

[0037] 在手机的乳腺检测软件上添加个人信息后,把接收到的断层图按日期储存在个人数据库里,生成为个人病历库,方便查看和管理个人病情。手机还有添加和删除数据功能,当手机储存的数据较多内存不够用时,可以把数据保存到 PC 机或其他储存设备后删除手机上的数据。同样可以把保存在其他地方的数据,再保存到手机上用添加功能把数据添加到乳腺检测软件上进行查看。而这些数据可成为个人病例的数据库,为诊断和治疗提供信息。

[0038] 图 7 为单片机软件流程图。当手机 USB 线接到单片机,给单片机开始供电时,单片机开始工作,初始化各芯片后等手机控制命令。手机软件会检查 USB 的连接状况,会发送检查命令。单片机接收该检查命令后,返回接收命令给手机软件。手机软件收到接收命令后,就可以开始检测电阻抗。当单片机接收手机发送的电阻抗检测命令时,单片机输出命令给 AD9850,使输出稳定的交流信号。然后,单片机发送命令给模拟开关,使第一层的一个电极与该交流信号输出端相连,再选择一个同一层的相邻电极与电源地相连。这时两个电极给乳腺组织输入交流信号,且其余电极获得电压信号。单片机再发送命令给模拟开关,使同一层的其余电极依次与幅度相位测量芯片的输入端相连。每次一个电极与幅度相位测量芯片输入端相连时,幅度相位测量芯片把电压信号转化成数字信号再发送到单片机输入端。单片机输入端接收数据并把数据储存在内存后,再会发送命令给模拟开关,使模拟开关把下一个电极与幅度相位测量芯片相连,检测下一个电极的电压信号,直到把同一层的其余电极的电压信号测完。当同一层的电极电压信号检测完后,单片机发送命令给模拟开关,使下一层的一个电极与交流信号输出端相连,再选择一个同一层的相邻电极与电源地相连,以相同的方法检测同一层其余电极的电压信号。用同样的方法把所有层的电压信号检测完,

单片机进入数据处理程序中,把所检测到的电压信号转化成图像信号。当图像重建后,单片机把图像信号发送到手机,并结束软件。

[0039] 图 8 为手机软件框图。手机软件是由个人信息、检测电阻抗和查看图像功能界面组成。当第一次使用本手机软件时,需要填写个人信息来制作个人信息库,以便查找和管理个人检测结果图像。进入检测电阻抗界面需要先点击检查 USB 连接状况按钮来检查检查 USB 连接状况。当检查无误后,可点击电阻抗检测按钮发送命令给单片机,使单片机开始检测电阻抗。当检测完成时,手机提示检查成功,并可以进入查看图像界面查看结果。手机的乳腺检测软件的查看数据中有查看结果和添加或删除功能。查看结果中可以按日期查看所有保存在手机软件目录里的结果图像。添加或删除功能为浏览手机内存,并且可以在手机内存的其他目录里添加有关结果图像数据,也可以把软件目录下的结果图像数据从手机内存中删除。添加或删除功能用于在内存不足时,把结果图像数据移动到其他储存设备上储存,并且释放手机内存。

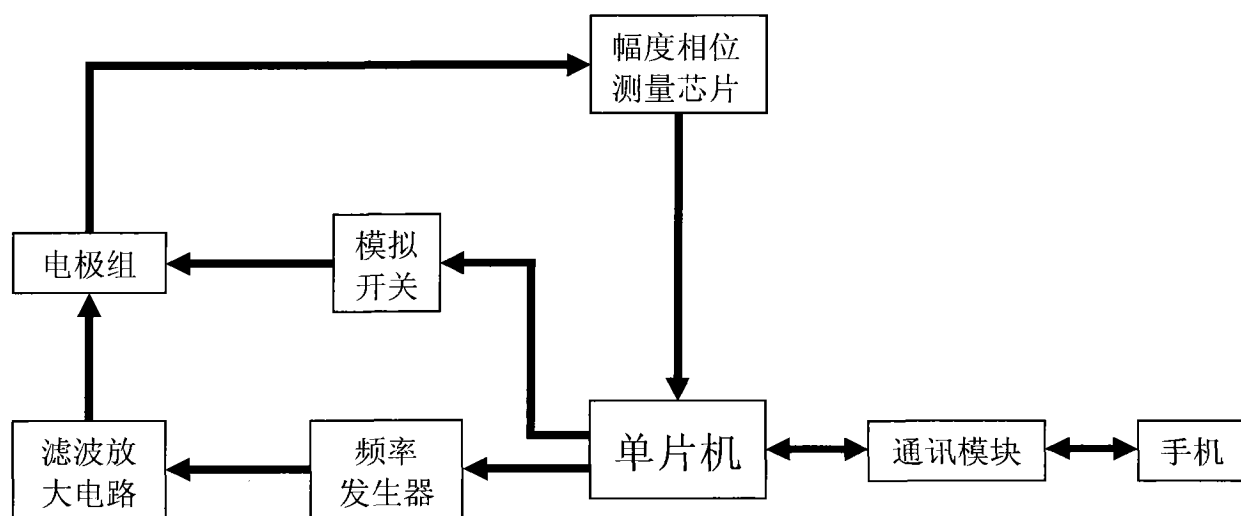


图 1

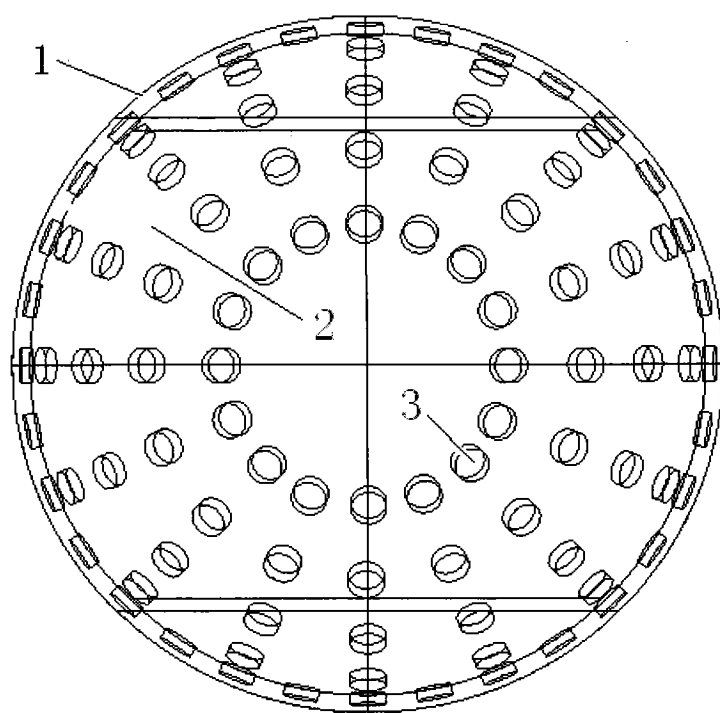


图 2

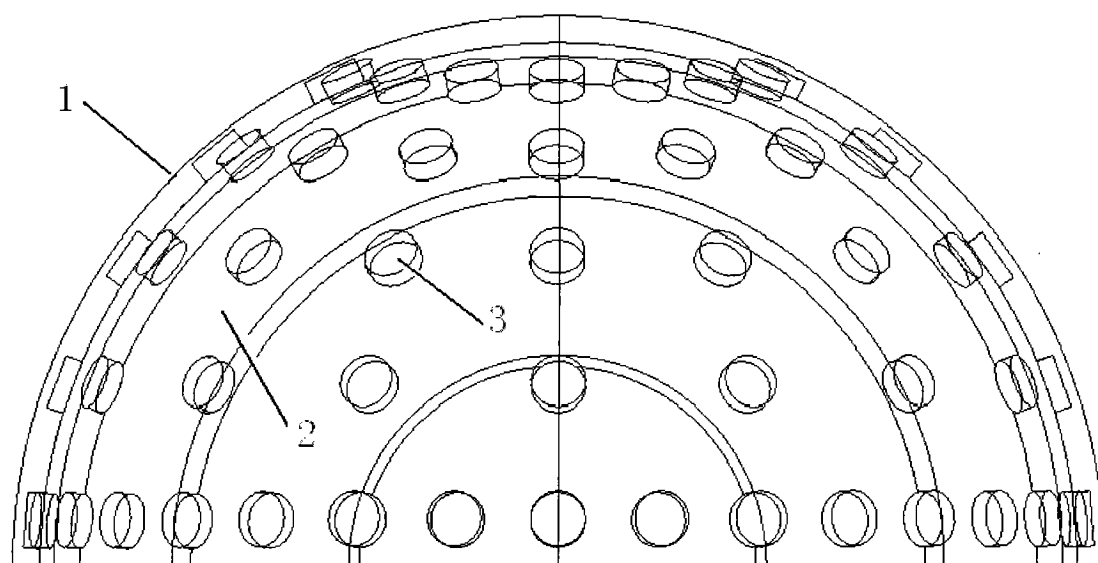


图 3

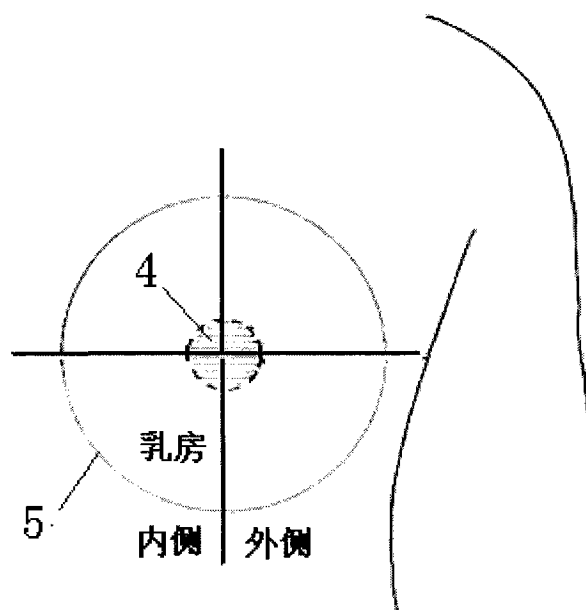


图 4

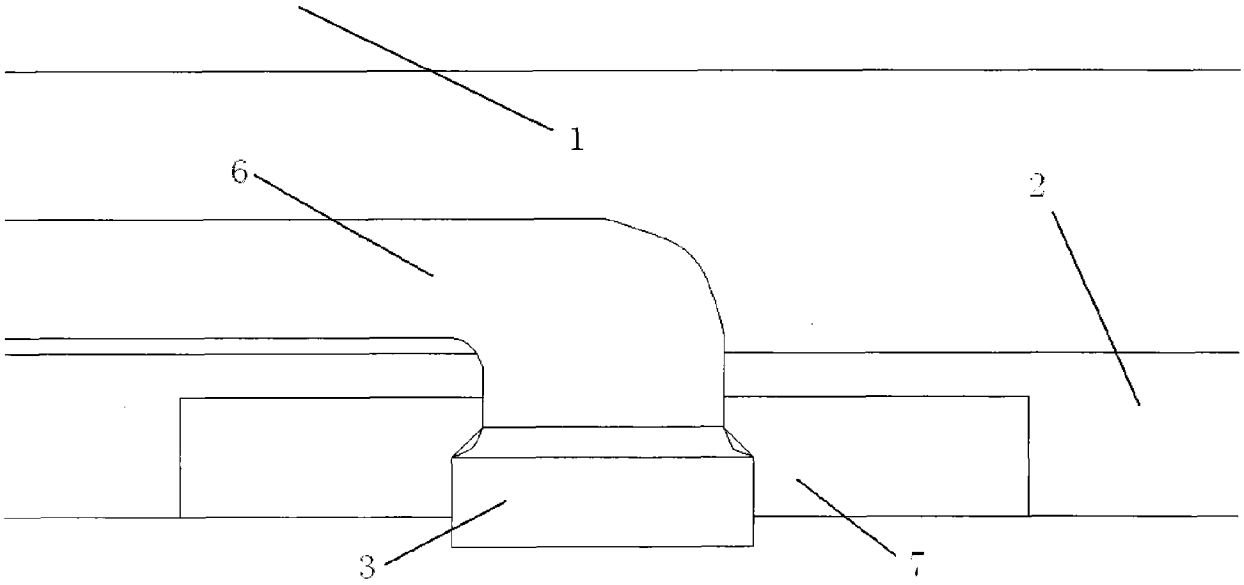


图 5

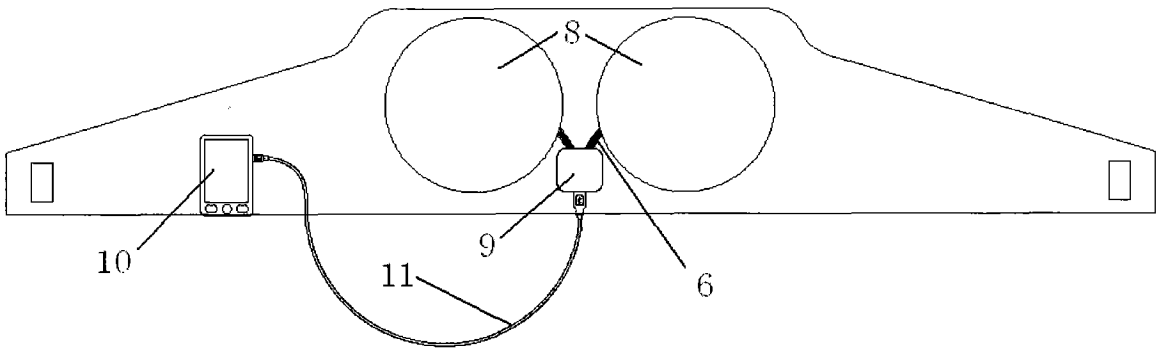


图 6

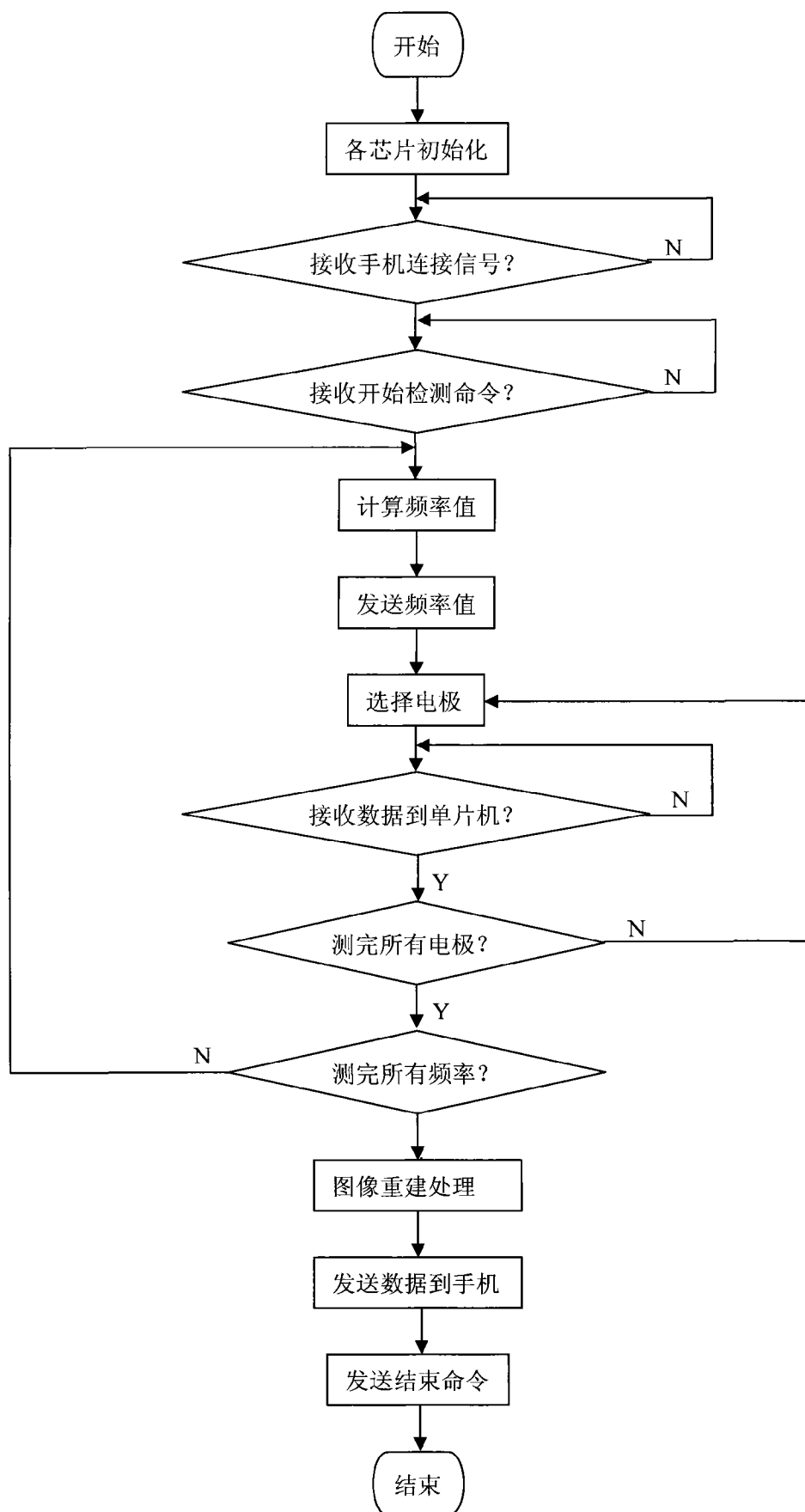


图 7

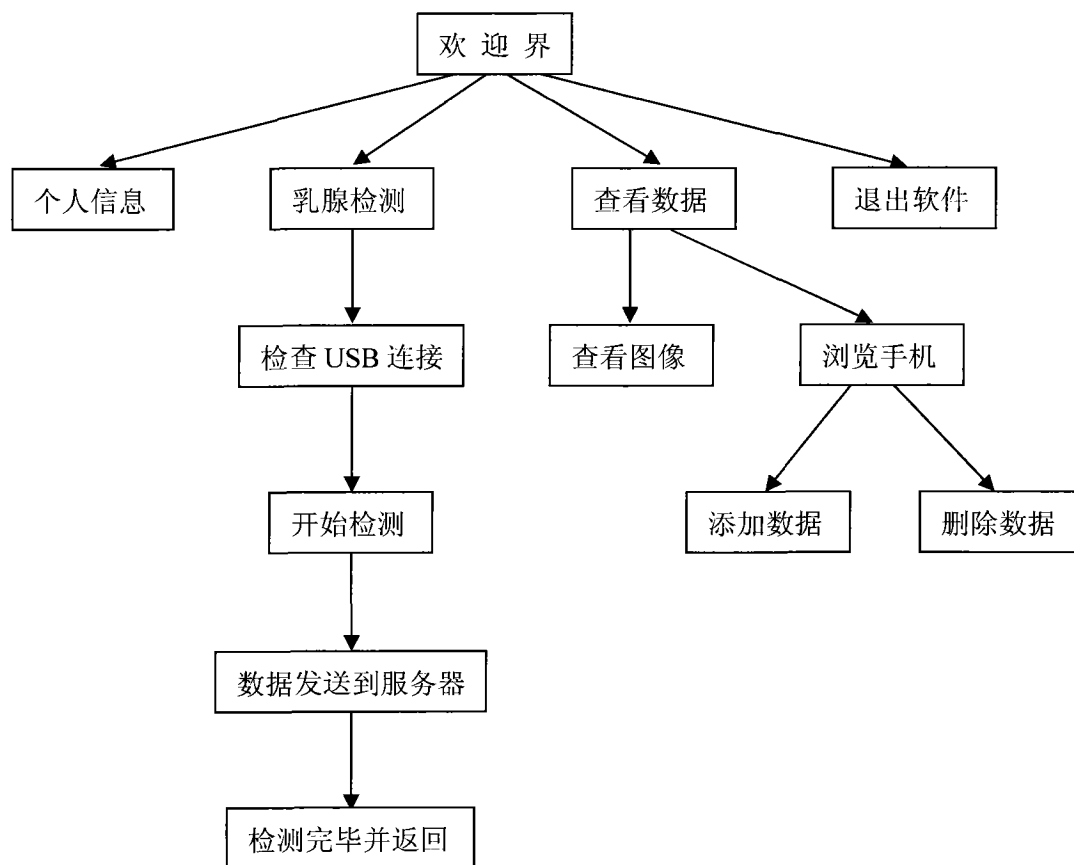


图 8