



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103815903 A

(43) 申请公布日 2014. 05. 28

(21) 申请号 201210461408. X

(22) 申请日 2012. 11. 16

(71) 申请人 张春雨

地址 274000 山东省菏泽市长江东路 4999  
号山东中科能人工环境有限公司

(72) 发明人 张春雨

(51) Int. Cl.

A61B 5/053 (2006. 01)

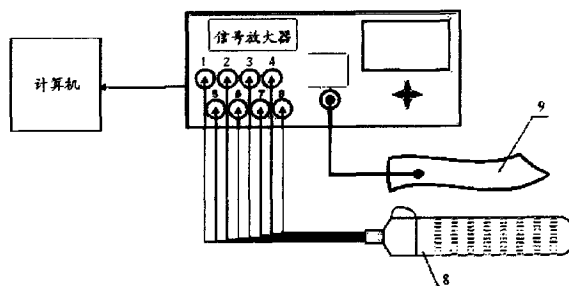
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种便携式前列腺癌筛选扫描设备

(57) 摘要

本发明公开了一种便携式前列腺癌筛选扫描设备,包括一经直肠电极阵列装置,所述的经直肠电极阵列装置的数据线通过信号放大器与计算机连接,通过经直肠电极阵列装置向前列腺注入一定强度和频率的电流,并测量注入电流产生的诱发电位信号,由计算机对上述注入电流和测量的诱发电位信号进行实时分析和处理,从而输出用于前列腺癌的筛选扫描的三维前列腺电阻抗的分布图。本发明通过经直肠电极阵列装置对前列腺组织进行可控的电流注入,并同时采集注入电流在前列腺区域的诱发电位信号,经信号放大后输入到计算机中进行数据处理与分析,最后输出用于前列腺癌的筛选扫描的三维前列腺电阻抗的分布图,从而实现了快速对前列腺癌进行筛选、诊断,且成本低。



1. 一种便携式前列腺癌筛选扫描设备,其特征在于,包括一经直肠电极阵列装置,通过所述的经直肠电极阵列装置对前列腺组织进行可控的电流注入,并同时采集注入电流在前列腺区域的诱发电位信号,经信号放大后输入到计算机中进行数据的处理与分析,最后由计算机输出用于前列腺癌的筛选扫描的三维前列腺电阻抗的分布图。

2. 根据权利要求1所述的便携式前列腺癌筛选扫描设备,其特征在于,所述的经直肠电极阵列装置包括一中空的圆柱体状经直肠探头,在所述的经直肠探头外表面均匀布设有128个电极;所述的128个电极分为8组,每组构成一环形电极组,每一环形电极组由16个均匀分布的所述电极组成。

3. 根据权利要求2所述的便携式前列腺癌筛选扫描设备,其特征在于,在所述的经直肠探头的表面设有一用来关联电极阵列和前列腺的相对位置的半圆形凸起。

4. 根据权利要求2或3所述的便携式前列腺癌筛选扫描设备,其特征在于,所述的经直肠探头直径为20mm,长度为200mm。

5. 根据权利要求4所述的便携式前列腺癌筛选扫描设备,其特征在于,所述的经直肠探头为塑胶制成。

6. 根据权利要求2或3所述的便携式前列腺癌筛选扫描设备,其特征在于,所述的电极的连接导线通过经所述的直肠探头内部的空间伸出。

## 一种便携式前列腺癌筛选扫描设备

### 技术领域

[0001] 本发明属于生物电阻抗成像技术领域,涉及一种低成本的便携式前列腺癌筛选扫描设备。

### 背景技术

[0002] 前列腺癌是严重危害老年男性健康的泌尿系恶性肿瘤。近年来其发病率成上升趋势。在欧美国家,前列腺癌是发病率最高的恶性肿瘤,其死亡率仅次于肺癌。1992年,美国白人前列腺癌发病率约为404.5/10万人口男性,黑人可达477.2/10万人口男性。我国前列腺癌发病率约为241/10万人口男性,明显低于西方国家,但随着物质生活的改善,人均寿命的延长,我国前列腺癌发病率明显呈上升趋势。

[0003] 前列腺穿刺活组织检查是前列腺癌最终确诊的主要检测手段。前列腺穿刺活组织检查是一种创伤性的检查,在穿刺检查之前,通常应用血清中的前列腺特异抗原分析(PSA)是作为前列腺癌初步筛选检测的手段。前列腺特异抗原分析结果成阳性的病人再进一步进行前列腺穿刺活组织检查来确诊前列腺癌。然而,前列腺特异性抗原检查的假阳性率高达30%。换句话说,前列腺特异性抗原检查发现异常的男性当中有1/3的人根本不存在前列腺癌。引起前列腺特异性抗原水平异常升高的因素有很多,其中包括前列腺感染、良性前列腺增生以及近期膀胱感染等。因此,泌尿科临床上急需一种可靠的,无损的,经济的前列腺癌筛选检测的手段。

[0004] 电阻抗成像技术(Electrical Impedance Tomography,EIT)是于八十年代出现的新一代有效的无损伤功能成像技术。EIT技术是通过配置于人体体表的电极阵,提取与人体生理、病理状态相关的组织或器官的电特性信息。生物组织的电导率含有大量的反应组织、器官生理状态及功能的信息,电阻抗断层成像技术(EIT)是以低频安全电流流过生物组织时呈现出的电导率(或电阻率)为依据进行的无创成像技术研究。EIT技术能够反映目标物体的解剖学结构,更重要的是,可望给出功能性图像结果。这是X-CT、超声等其它成像技术无法相比的。采用X射线获取人体断层图像的X-CT和采用聚集声速的超声技术提供人体结构图像,都属于第二代成像技术,这种结构图像只有当疾病已经发生,并形成器质性病变,且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。它以确定发生的结构性变化为医生提供临床诊断依据。疾病的发生,相关组织与器官的功能性变化往往先于器质性病变,经过一定的功能代偿期(或潜伏期)后,发展成器质性病变,出现组织与器官结构性变化。如能在疾病的潜伏期或功能代偿期,即在组织或器官结构性变化出现之前,及时检测和确认该组织与器官的功能性变化,对于相关疾病的普查、预防和诊断治疗非常有利。

[0005] 研究表明,前列腺组织中发生癌变的组织的导电率和正常组织的导电率有显著的不同。因此,如果能够利用EIT来获得前列腺组织的三维电阻抗分布图,那么前列腺组织有没有发生癌变,如果有,癌变的位置和大小可以通过前列腺组织的三维分布图上识别出来,从而实现前列腺癌初期筛选诊断的效果。

## 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种简单、经济、高效的前列腺癌筛选扫描设备以实现前列腺癌的初期筛选诊断。

[0007] 本发明是这样实现的,一种便携式前列腺癌筛选扫描设备,包括一经直肠电极阵列装置,通过所述的经直肠电极阵列装置对前列腺组织进行可控的电流注入,并同时采集注入电流在前列腺区域的诱发电位信号,经信号放大后输入到计算机中进行数据的处理与分析,最后由计算机输出用于前列腺癌的筛选扫描的三维前列腺电阻抗的分布图。

[0008] 所述的经直肠电极阵列装置包括一中空的圆柱体状经直肠探头,在所述的经直肠探头外表面均匀布设有 128 个电极;所述的 128 个电极分为 8 组,每组构成一环形电极组,每一环形电极组由 16 个均匀分布的所述电极组成。

[0009] 在所述的经直肠探头的表面设有一用来关联电极阵列和前列腺的相对位置的半圆形凸起。

[0010] 所述的经直肠探头直径为 20mm,长度为 200mm。

[0011] 所述的经直肠探头为塑胶制成。

[0012] 所述的电极的连接导线通过经所述的直肠探头内部的空间伸出。

[0013] 本发明通过所述的经直肠电极阵列装置对前列腺组织进行可控的电流注入,并同时采集注入电流在前列腺区域的诱发电位信号,经信号放大后输入到计算机中进行数据的处理与分析,最后由计算机输出用于前列腺癌的筛选扫描的三维前列腺电阻抗的分布图,从而实现了快速地对前列腺癌进行筛选、诊断,且成本低。

## 附图说明

[0014] 图 1 是本发明实施例提供的前列腺癌筛选扫描设备的系统结构图;

[0015] 图 2 是本发明实施例提供的经直肠电极阵列装置的侧视示意图;

[0016] 图 3 是本发明实施例提供的经直肠电极阵列装置的俯视示意图;

[0017] 图 4 是本发明实施例提供的生物电阻抗成像的原理示意图。

## 具体实施方式

[0018] 下面结合实例对本发明的实质性特点和优势作进一步的说明,但本发明并不局限于所列的实施例。

[0019] 本发明是基于人体生物电阻抗成像技术,融合了最新的经直肠电极阵列设计,最新的电阻抗成像算法以及最新的人体器官建模技术设计而成。

[0020] 本发明是这样实现的,一种便携式前列腺癌筛选扫描设备,包括一经直肠电极阵列装置,通过所述的经直肠电极阵列装置对前列腺组织进行可控的电流注入,并同时采集注入电流在前列腺区域的诱发电位信号,经信号放大后输入到计算机中进行数据的处理与分析,最后输出用于前列腺癌的筛选扫描的三维前列腺电阻抗的分布图。

[0021] 参见图 1 所示,本发明中,所述的经直肠电极阵列装置 8 通过信号放大器与计算机相连接,所述信号放大器还连接有一作为经直肠电极阵列装置 8 记录诱发电位信号时的参考电极的地面带 9,由所述的计算机通过其内置程序控制所述的经直肠电极阵列装置 8 的

一对电极向前列腺组织注入一定强度和频率的可控的电流,并控制所述的经直肠电极阵列装置 8 中的其它电极测得的注入电池在前列腺区域产生的诱发电位信号通过信号放大器放大后经数据线进入计算机;由所述的计算机运用其内置的专门软件程序生物电阻抗算法对注入电流和测量的诱发电位信号进行实时的数据分析和处理,最后输出三维前列腺电阻抗的分布图,用于前列腺癌的筛选扫描。

[0022] 参见图 2 所示,所述的经直肠电极阵列装置 8 包括一中空的圆柱体状经直肠探头 1,在所述的经直肠探头 1 外表面均匀布设有 128 个电极 2;所述的 128 个电极分为 8 组,每组构成一环形电极组,每一环形电极组由 16 个均匀分布的所述电极组成。所述的环形电极组的排列见图 2 所示,从所述的经直肠探头 1 的插入端始,自所述的输出端 7,均匀布设在所述的经直肠探头 1 表面,见第一环形电极组 4,第四环形电极组 5 以及第七环形电极组 6。参见图 3 所示,所述的每一环形电极组的 16 个电极均匀分布,形成所述的环形电极组。

[0023] 所述的输出端 7 用于电极导线输出后所述的信号放大器连接。再参见图 1 所示,其中,每一环形电极组采集的信号分别输入所述的信号放大器的一个输入端,所述信号放大器设有 8 个输入端。

[0024] 参见图 2 所示,在所述的经直肠探头 1 的表面靠近输出端 7 设有一用来关联电极阵列和前列腺的相对位置的半圆形凸起 3。

[0025] 所述的经直肠探头 1 直径为 20mm,长度为 200mm。

[0026] 所述的经直肠探头 1 为塑胶制成。

[0027] 所述的电极 2 的连接导线通过经所述的直肠探头 1 内部的空间伸出。

[0028] 下面,对本发明的原理及工作过程说明如下:

[0029] 前列腺模型的构造时,首先从病人前列腺的医学图像中构造出前列腺的几何模型,在病人的医学影像不存在的情况下,可以采用系统中集成的通用的前列腺模型来替代病人特有的模型。电流强度为 1mA 电流通过经直肠电极阵列中的电极注入到前列腺及周围的组织中,注入电流产生的电位通过经直肠电极阵列中其他的电极对来测量得到。通过生物电阻抗的算法由已知的注入电流参数和测量的电位数据构造出电阻抗在三维前列腺模型中的分布。癌变的前列腺组织与正常的前列腺组织的电阻抗有显著不同,因为,癌变的前列腺组织的位置和大小,可以从三维电阻抗的分布图中区分出来。

[0030] 本发明中所用的前列腺模型的构造方法由存储于所述的计算中的病人专有几何模型构造功能模块来实现。该功能模块能够从病人的医学影像数据(超声,CT 或 MR 影像)中构造出来病人专有的前列腺的几何模型。在病人的前列腺模型构造过程中,首先通过对病人的影像数据进行医学图像分割来识别前列腺组织在每一帧医学影像上的边界,然后应用三维重构算法从识别出来的边界上重构前列腺的表面模型;封闭的前列腺的表面模型的所谓起来的体积就是前列腺的均质的体积模型,最后用三维体积剖分算法对前列腺的体积模型进行四面体剖分,从而生成 EIT 算法开发所需的三维前列腺的有限元模型。

[0031] 本发明中,前列腺电阻抗的三维分布通过生物电阻抗成像算法实现。

[0032] 参见图 4 所示,使用时,将所述的经直肠电极阵列装置首先布置在待成像的器官的表面,然后,通过计算机程序控制将一定强度和频率的电流通过经直肠电极阵列装置中的一对电极注入到待成像的器官中,注入电流产生的诱发电位信号可以通过所述的经直肠电极阵列装置的其他电极来测量。通过内置于计算机中的生物电阻抗成算法可以从已知的

注入电流的位置,强度和频率以及测量的注入电流时诱发的电位信号来计算出来生物电阻抗在该器官中的三维分布。

[0033] 本发明中,生物电阻抗成像算是在生物体外加一定的电流  $I$ ,通过测得生物体外界的电量信息  $V$  来重构生物体的阻抗  $\Omega$  分布。本发明实施例中,采用  $1\text{mA}$  的注入电流,通过所述的经直肠电极阵列装置,取得的前列腺三维电阻抗分布图。其原理可用图 2 中一简单的 16 电极的 EIT 系统来说明。

[0034] 在这个系统中,16 个电极均匀分布在圆形生物组织的边界上。一对分布在生物组织两侧的电极被用来注入电流  $I$ ,相邻的电极对被用来测量注入电流引起的电位  $V$ 。在所有相邻电极对上的电压都被测量之后,注入电流的电极对变换为邻近它们的电极对,并重新注入电流。同样的,相邻的电极对被用来测量注入电流引起的电位。这个过程就按照这种方式进行下去,直到获得所有可能的电压对。对于任何一种注入电流的方式,电位的控制方程可以写为:

[0035]

$$\nabla \cdot (\sigma + i\omega\varepsilon) \nabla \phi = 0$$

[0036] 其中,  $\sigma$  是生物组织的生物阻抗,  $\phi$  是注入电流引起的电位,  $\omega$  是注入电流的频率。在低频的情况下,上面的控制方程可以写为以下的标准形式

[0037]

$$\nabla \cdot (\sigma \nabla \phi) = 0$$

[0038] EIT 要求解的问题是一个系统激励的问题,即注入电流的强度和位置已知,注入电流引发的电位分布已知,但生物组织的阻抗分布未知。

[0039] 由于测量注入电流引发的电位分布的电极数目有限(一般几十个,本发明中设计了 128 电极测量系统),而代求解的生物组织的阻抗参数数目巨大,代求解的问题是一个病态问题。本发明中采用吉洪诺夫正则化的方法来寻求一个最优的近似解作为上述生物电阻抗成像中的病态问题的解。

[0040] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

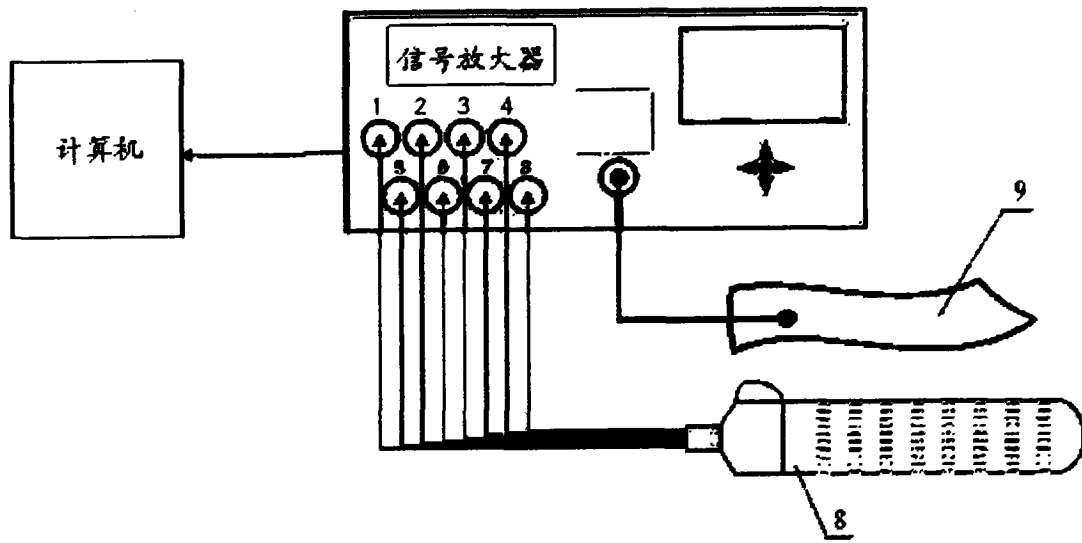


图 1

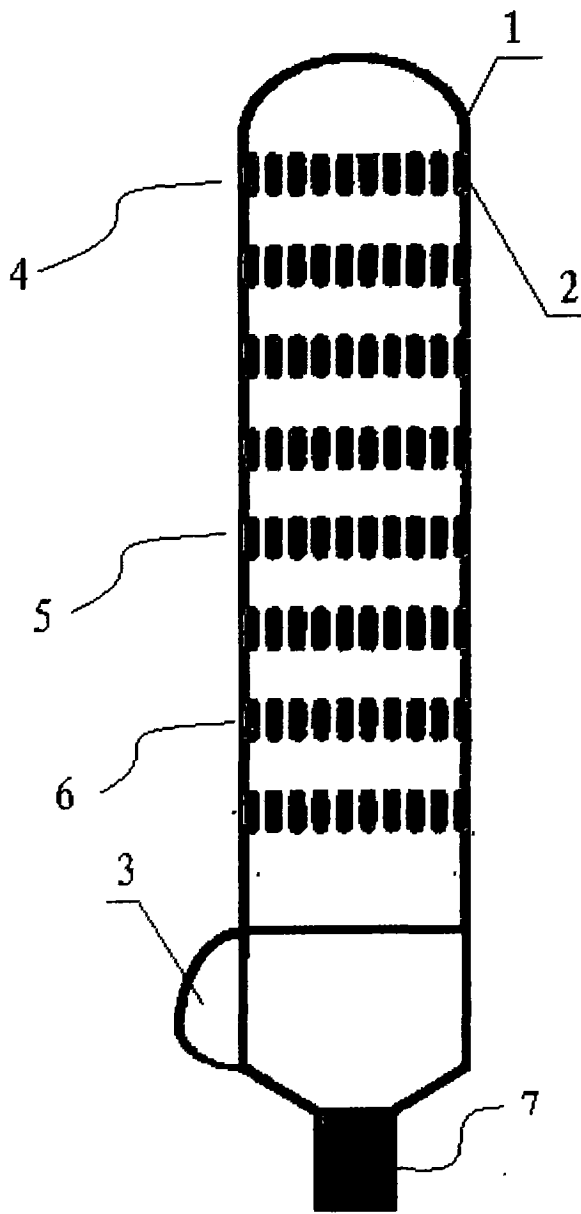


图 2

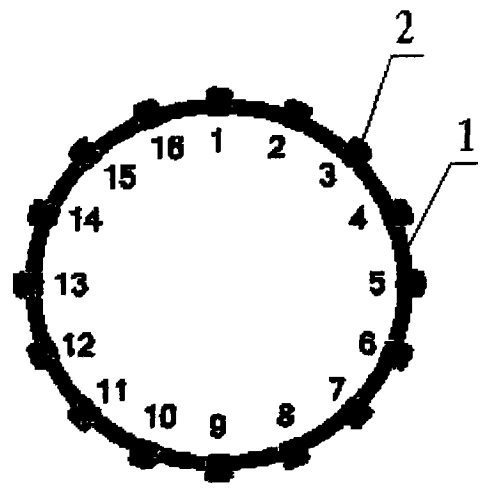


图 3



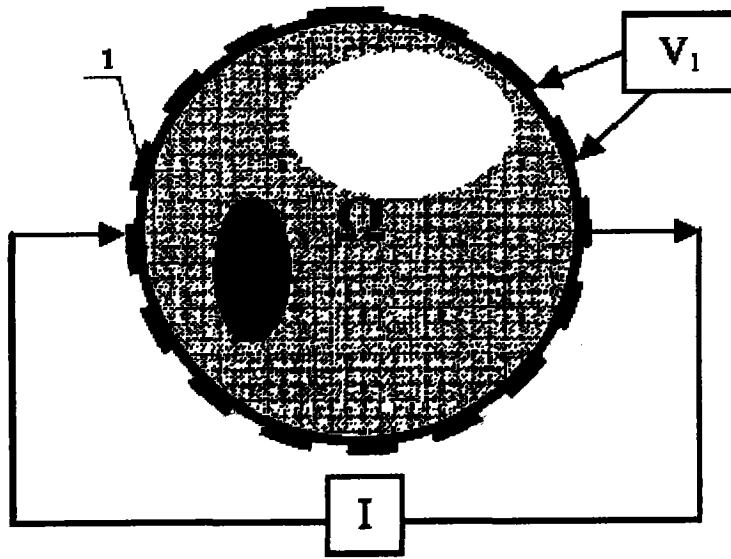


图 4