



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110465008 A

(43)申请公布日 2019.11.19

(21)申请号 201910803968.0

(22)申请日 2019.08.28

(71)申请人 黄晶

地址 400010 重庆市渝中区临江路76号

(72)发明人 黄晶 马长生 肖灵 刘光聪

钱俊 容顺康 熊波 姚沅清

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 张春辉

(51)Int.Cl.

A61N 7/02(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

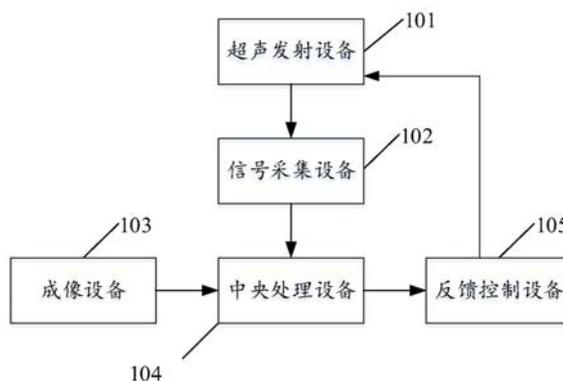
权利要求书3页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

一种聚焦超声治疗系统

(57)摘要

本发明公开了一种聚焦超声治疗系统,包括超声发射设备、信号采集设备、成像设备、中央处理设备以及反馈控制设备。其中,超声发射设备向目标区域或靶点部位发射聚焦超声,信号采集设备和成像设备配合中央处理设备及反馈控制设备实现靶点部位的定位、实时调整聚焦超声焦点与靶点部位的相对位置。实现对治疗靶点更好的跟踪,实时调节超声治疗剂量,以提升治疗定位的精确性和靶点跟踪能力,保障治疗需要剂量的精确性和稳定性,此外,在治疗过程中,还能确定温度变化参数,反馈控制设备根据回波和温度变化参数调整超声发射设备的工作参数,从而有效避免了患者局部组织温度过高,提高了治疗的效率,减轻了患者的痛苦和副作用。



1. 一种聚焦超声治疗系统,其特征在于,包括:

超声发射设备,用于在接收到定位指令时,向目标区域发射聚焦超声,在接收到消融指令时,向靶点部位发射聚焦超声,所述目标区域包括所述靶点部位;还用于根据反馈控制设备发送的调整指令,调整所述超声发射设备的工作参数,调整聚焦超声焦点与所述目标区域的相对位置,或调整所述聚焦超声焦点与所述靶点部位的相对位置;

信号采集设备,用于在定位过程中,采集所述目标区域及所述靶点部位的组织回波,并将所述回波转化为相应的回波信号,并将所述回波信号发送到中央处理设备;

成像设备,用于在定位过程中,构建所述目标区域的图像信息,并将所述图像信息发送到所述中央处理设备;还用于采集所述靶点部位在治疗或消融开始时的第一纹理信息,以及采集所述靶点部位在治疗或消融过程中的第二或第N纹理信息,计算纹理信息变量,并将所述纹理信息变量发送到所述中央处理设备,其中,N为大于等于3的正整数;还用于通过测量聚焦声束的轴线确认体表至所述靶点部位的深度信息,或通过二维或三维影像探测体表边界,确定聚焦声锥的体积,生成靶点能量计算结果,发送至所述反馈控制设备;

中央处理设备,用于在定位开始时,向所述超声发射设备发送所述定位指令,并在定位过程中,根据所述信号采集设备传输的所述回波信号,构建所述靶点部位在所述目标区域的分布信息;还用于在治疗或消融开始时,向所述超声发射设备发送所述消融指令,并在消融过程中,根据所述纹理信息变量构建所述靶点部位的温度变化参数;还用于根据所述回波信号,构建聚焦声束声通道上的声阻信息;

所述反馈控制设备,用于根据所述靶点部位的分布信息、所述温度变化参数、所述聚焦声锥的体积、所述靶点能量计算结果以及所述声阻信息,生成所述调整指令,并将所述调整指令发送到所述超声发射设备。

2. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述超声发射设备包括:超声发射模块和聚焦超声换能器或换能器组;

其中,所述超声发射模块用于生成工作指令,并将所述工作指令发送到所述聚焦超声换能器或换能器组,所述工作指令包括定位指令和消融指令;

所述聚焦超声换能器或换能器组包括一组、两组或两组以上聚焦超声换能器阵元,分别为第一阵元组、第二或第N阵元组,所述第一阵元组用于在接收到所述定位指令时,向所述目标区域发射差频聚焦超声或扫频聚焦超声,所述第二或第N阵元组用于在接收到所述消融指令时,向所述靶点部位发射同频聚焦超声、差频聚焦超声或扫频聚焦超声,其中,N为大于等于3的正整数。

3. 如权利要求2所述的系统,其特征在于,各个所述聚焦超声换能器阵元均受到独立的信号发生器和功率放大器的控制。

4. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述信号采集设备包括信号接收模块和信号转化模块;

其中,所述信号接收模块位于所述聚焦超声焦点周围,用于采集所述目标区域在所述聚焦超声刺激下产生的组织回波;还用于采集所述靶点部位在消融开始时的第一反射回波,以及采集所述靶点部位在消融过程中的第二或第N反射回波;还用于采集所述目标区域和/或靶点部位的衰减回波,其中,N为大于等于3的正整数;

所述信号转化模块与所述信号接收模块相连接,用于将所述组织回波转化为对应的回

波信号,还用于分别将所述第一反射回波、所述第二或第N反射回波转化为所述第一反射信号、所述第二或第N反射信号;还用于将所述衰减回波转化为衰减信号;

所述信号转化模块与所述中央处理设备相连接,并将所述回波信号、第一反射信号、第二或第N反射信号、所述衰减信号发送至所述的中央处理设备。

5.如权利要求4所述的系统,其特征在于,所述信号采集设备还用于对回波射频信号的回声声强或背向散射积分进行采集和计算,根据所述回声声强或背向散射积分确定所述聚焦超声声束到达所述靶点部位的声衰减,发送至所述反馈控制设备,以调节所述超声发射设备的工作参数。

6.如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述成像设备包括成像探头组和成像主机;

其中,所述成像探头组包括多个成像探头,所述成像探头的排列方式如以下任意一项或多项:“工”字型、“十”字型、“L”字型、“T”字型、“口”字型;所述成像探头用于根据所述成像主机发送的成像指令,向所述目标区域发送成像声波,并接收成像回波;还用于根据所述成像主机发送的纹理信息采集指令,采集所述第一纹理信息和所述第二或第N纹理信息;

所述成像主机用于根据所述成像回波构建所述目标区域的图像信息,还用于根据所述第一纹理信息和所述第二或第N纹理信息计算得到所述纹理信息变量。

7.如权利要求6所述的系统,其特征在于,所述成像设备为多平面超声成像设备,用于获取所述目标区域中预设血管的实时多普勒血流信息,并将所述实时多普勒血流信息发送至中央处理设备;所述中央处理设备用于将所述实时多普勒血流信息与预设参考多普勒血流信息对比,获得对比结果;所述反馈控制设备用于在所述中央处理设备的对比结果为不同时,控制步进电机移动,直至所述中央处理设备的对比结果为相同。

8.如权利要求6所述的系统,其特征在于,所述目标区域的图像信息形式为以下任意一项或多项:灰阶图像、彩色多普勒图像、虚拟组织图像。

9.如权利要求6所述的系统,其特征在于,所述成像设备还用于根据二维或三维影像检测强回声界面,并在检测到强回声界面时示警并关闭对应区域的聚焦超声换能器,以免无效的超声换能器能量释放导致组织损伤。

10.如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述中央处理设备包括靶点定位模块和温度监测模块;

其中,所述靶点定位模块具体用于通过对比所述回波信号与预设回波信号参数,构建所述靶点部位在所述目标区域的分布信息;

所述温度监测模块具体用于将所述纹理信息变量输入预设温度计算模型,构建所述靶点部位在消融过程中的温度变化参数。

11.如权利要求10所述的系统,其特征在于,所述靶点部位的分布信息包括靶点分布范围、靶点分布密度、靶点组织病理状态中的任意一项或多项。

12.如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述反馈控制设备具体用于通过对比所述温度变化参数与预设温度变化参数来生成所述调整指令。

13.如权利要求1-12任意一项所述的系统,其特征在于,所述信号采集设备还用于在消融之前,采集所述目标区域在所述聚焦超声作用下形成的衰减回波信号,并转化为衰减信号,将所述衰减信号发送到所述中央处理设备;

所述成像设备还用于在消融之前,确定聚焦声束在所述目标区域形成的边界信息,计

算得到聚焦声锥体积,并将所述聚焦声锥体积发送到所述中央处理设备;

所述中央处理设备还用于在消融之前,根据所述衰减信号和所述聚焦声锥体积,计算聚焦超声剂量;

所述超声发射设备用于根据所述聚焦超声剂量,确定消融开始时的初始聚焦超声剂量。

一种聚焦超声治疗系统

技术领域

[0001] 本发明涉及医疗器械技术领域,更具体地说,涉及一种聚焦超声治疗系统。

背景技术

[0002] 体外聚焦超声(Extracorporeal Focused Ultrasound,EFU)利用超声良好的靶向性、汇聚性和穿透性特点,在体外将低能量密度的超声经皮肤及路径组织后,于体内靶点部位进行聚焦,可在目标区域形成能量密度极高的焦域,通过超声的热、空化以及机械效应等,使组织在短时间内出现凝固性坏死,而较少或不损伤超声路径及周围的组织,实现无创、治疗,消融或切除靶点组织的目的,已广泛应用于肿瘤的消融治疗中。研究发现,神经组织具有特殊的脂质双层膜结构,使其对于超声能量十分敏感,因此,较低剂量的超声能量即可导致神经组织功能改变,或发生不可逆的坏死,因此,近年来EFU消融已逐步拓展应用于神经调节领域,例如去肾脏交感神经治疗高血压、心衰等自主神经功能失调性疾病之中。近年还发现较低的聚焦超声能量可用于组织、器官或整体的功能调控。作为无创和非电离能量,患者有好的治疗方式,EFU在疾病治疗和机体功能调节具有重要的前景。

[0003] 例如,在目前的EFU去肾交感神经治疗过程中,一般依靠影像设备的成像来定位,但是该成像只能显示出肾动脉而无法显示出肾交感神经,由于肾交感神经分布在肾动脉周围,所以操作者根据肾动脉影像并结合自身经验在肾动脉周围随机投递能量,但是由于肾交感神经的分布在个体之间的差异较大,仅靠操作者的经验是无法准确判断不同个体的肾交感神经的分布的,导致投递的能量对肾动脉周围的微血管、淋巴等不需要治疗的组织成分也收到损伤,因此该种定位方式存在一定的盲目性。

[0004] 另一方面,肾动脉在实际情况下往往迂曲走行于血管周围组织中,现有EFU消融中常用的单平面二维超声,在某一时刻仅能显示肾动脉的部分节段,而无法提供其整体的解剖学信息;同时,患者的呼吸运动也将导致血管的空间位置不断变化,因此,操作者需不断移动探头、更换切面,以确认焦点与肾血管的位置关系,大大增加了治疗时间、影响操作者的满意度。虽然利用CT或MRI可以通过图像增强和三维重建,以构建血管的空间走行,但是存在成像时间长、实时性差、辐射剂量大、价格昂贵的缺点。

[0005] 此外,目前的EFU治疗过程,对靶点消融的效果以及终止治疗的时机也缺乏相应的判定方法。为了保证治疗效果而增加能量剂量或者延长靶点消融的时间,可能导致局部组织温度过高,大大增加了患者的痛苦。因此,为了有效消融靶点而又不造成过度损伤,焦点温度的检测将直接影响到治疗效果。传统的有创测温会给病人带来痛苦,如:疼痛、感染、邻近器官损伤,因此其应用受到很大的限制。

[0006] 综上所述,传统的聚焦超声治疗系统存在以下问题:定位靶点时依靠操作者的主观性,且靶点会随着患者呼吸等发生移动,导致治疗效率较低,此外,聚焦超声工作参数控制不准确导致局部组织温度过高增加了患者的痛苦,上述问题亟待本领域技术人员解决。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种聚焦超声治疗系统,用以解决传统聚焦超声治疗系统无法准确定位靶点导致治疗效率较低,且聚焦超声工作参数控制不准确增加患者痛苦和损伤的问题。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种聚焦超声治疗系统,包括:

[0009] 超声发射设备,用于在接收到定位指令时,向目标区域发射聚焦超声,在接收到消融指令时,向靶点部位发射聚焦超声,所述目标区域包括所述靶点部位;还用于根据反馈控制设备发送的调整指令,调整所述超声发射设备的工作参数,调整聚焦超声焦点与所述目标区域的相对位置,或调整所述聚焦超声焦点与所述靶点部位的相对位置;

[0010] 信号采集设备,用于在定位过程中,采集所述目标区域及所述靶点部位的组织回波,并将所述回波转化为相应的回波信号,并将所述回波信号发送到中央处理设备;

[0011] 成像设备,用于在定位过程中,构建所述目标区域的图像信息,并将所述图像信息发送到所述中央处理设备;还用于采集所述靶点部位在治疗或消融开始时的第一纹理信息,以及采集所述靶点部位在治疗或消融过程中的第二或第N纹理信息,计算纹理信息变量,并将所述纹理信息变量发送到所述中央处理设备,其中,N为大于等于3的正整数;还用于通过测量聚焦声束的轴线确认体表至所述靶点部位的深度信息,或通过二维或三维影像探测体表边界,确定聚焦声锥的体积,生成靶点能量计算结果,发送至所述反馈控制设备;

[0012] 中央处理设备,用于在定位开始时,向所述超声发射设备发送所述定位指令,并在定位过程中,根据所述信号采集设备传输的所述回波信号,构建所述靶点部位在所述目标区域的分布信息;还用于在治疗或消融开始时,向所述超声发射设备发送所述消融指令,并在消融过程中,根据所述纹理信息变量构建所述靶点部位的温度变化参数;还用于根据所述回波信号,构建聚焦声束声通道上的声阻信息;

[0013] 所述反馈控制设备,用于根据所述靶点部位的分布信息、所述温度变化参数、所述聚焦声锥的体积、所述靶点能量计算结果以及所述声阻信息,生成所述调整指令,并将所述调整指令发送到所述超声发射设备。

[0014] 优选的,所述超声发射设备包括:超声发射模块和聚焦超声换能器或换能器组;

[0015] 其中,所述超声发射模块用于生成工作指令,并将所述工作指令发送到所述聚焦超声换能器或换能器组,所述工作指令包括定位指令和消融指令;

[0016] 所述聚焦超声换能器或换能器组包括一组、两组或两组以上聚焦超声换能器阵元,分别为第一阵元组、第二或第N阵元组,所述第一阵元组用于在接收到所述定位指令时,向所述目标区域发射差频聚焦超声或扫频聚焦超声,所述第二或第N阵元组用于在接收到所述消融指令时,向所述靶点部位发射同频聚焦超声、差频聚焦超声或扫频聚焦超声,其中,N为大于等于3的正整数。

[0017] 优选的,各个所述聚焦超声换能器阵元均受到独立的信号发生器和功率放大器的控制。

[0018] 优选的,所述信号采集设备包括信号接收模块和信号转化模块;

[0019] 其中,所述信号接收模块位于所述聚焦超声焦点周围,用于采集所述目标区域在所述聚焦超声刺激下产生的组织回波;还用于采集所述靶点部位在消融开始时的第一反射回波,以及采集所述靶点部位在消融过程中的第二或第N反射回波;还用于采集所述目标区

域和/或靶点部位的衰减回波,其中,N为大于等于3的正整数;

[0020] 所述信号转化模块与所述信号接收模块相连接,用于将所述组织回波转化为对应的回波信号,还用于分别将所述第一反射回波、所述第二或第N反射回波转化为所述第一反射信号、所述第二或第N反射信号;还用于将所述衰减回波转化为衰减信号;

[0021] 所述信号转化模块与所述中央处理设备相连接,并将所述回波信号、第一反射信号、第二或第N反射信号、所述衰减信号发送至所述的中央处理设备。

[0022] 优选的,所述信号采集设备还用于对回波射频信号的回声声强或背向散射积分进行采集和计算,根据所述回声声强或背向散射积分确定所述聚焦超声声束到达所述靶点部位的声衰减,发送至所述反馈控制设备,以调节所述超声发射设备的工作参数。

[0023] 优选的,所述成像设备包括成像探头组和成像主机;

[0024] 其中,所述成像探头组包括多个成像探头,所述成像探头的排列方式如以下任意一项或多项:“工”字型、“十”字型、“L”字型、“T”字型、“口”字型;所述成像探头用于根据所述成像主机发送的成像指令,向所述目标区域发送成像声波,并接收成像回波;还用于根据所述成像主机发送的纹理信息采集指令,采集所述第一纹理信息和所述第二或第N纹理信息;

[0025] 所述成像主机用于根据所述成像回波构建所述目标区域的图像信息,还用于根据所述第一纹理信息和所述第二或第N纹理信息计算得到所述纹理信息变量。

[0026] 优选的,所述成像设备为多平面超声成像设备,用于获取所述目标区域中预设血管的实时多普勒血流信息,并将所述实时多普勒血流信息发送至中央处理设备;所述中央处理设备用于将所述实时多普勒血流信息与预设参考多普勒血流信息对比,获得对比结果;所述反馈控制设备用于在所述中央处理设备的对比结果为不同时,控制步进电机移动,直至所述中央处理设备的对比结果为相同。

[0027] 优选的,所述目标区域的图像信息形式为以下任意一项或多项:灰阶图像、彩色多普勒图像、虚拟组织图像。

[0028] 优选的,所述成像设备还用于根据二维或三维影像检测强回声界面,并在检测到强回声界面时示警并关闭对应区域的聚焦超声换能器,以免无效的超声换能器能量释放导致组织损伤。

[0029] 优选的,所述中央处理设备包括靶点定位模块和温度监测模块;

[0030] 其中,所述靶点定位模块具体用于通过对比所述回波信号与预设回波信号参数,构建所述靶点部位在所述目标区域的分布信息;

[0031] 所述温度监测模块具体用于将所述纹理信息变量输入预设温度计算模型,构建所述靶点部位在消融过程中的温度变化参数。

[0032] 优选的,所述靶点部位的分布信息包括靶点分布范围、靶点分布密度、靶点组织病理状态中的任意一项或多项。

[0033] 优选的,所述反馈控制设备具体用于通过对比所述温度变化参数与预设温度变化参数来生成所述调整指令。

[0034] 优选的,所述信号采集设备还用于在消融之前,采集所述目标区域在所述聚焦超声作用下形成的衰减回波信号,并转化为衰减信号,将所述衰减信号发送到所述中央处理设备;

[0035] 所述成像设备还用于在消融之前,确定聚焦声束在所述目标区域形成的边界信

息,计算得到聚焦声锥体积,并将所述聚焦声锥体积发送到所述中央处理设备;

[0036] 所述中央处理设备还用于在消融之前,根据所述衰减信号和所述聚焦声锥体积,计算聚焦超声剂量;

[0037] 所述超声发射设备用于根据所述聚焦超声剂量,确定消融开始时的初始聚焦超声剂量。

[0038] 本发明所提供的一种聚焦超声治疗系统,包括超声发射设备、信号采集设备、成像设备、中央处理设备、以及反馈控制设备,其中,超声发射设备用于向目标区域或靶点部位发射聚焦超声,成像设备用于构建目标区域的图像信息,还用于采集并计算得到纹理信息变量,信号采集设备用于采集回波信号和回波衰减信息,还用于采集计算得到反射信号变量,中央处理设备用于根据目标区域的图像信息和回波信号,确定靶点部位的分布情况,还用于根据纹理信息变量和反射信号变量构建温度变化参数,并根据所述回波衰减信息确定声阻信息,反馈控制设备用于根据上述分布情况、温度变化参数、以及声阻信息生成调整指令,发送给超声发射设备,然后超声发射设备根据调整指令调整工作参数和聚焦超声焦点与靶点部位的相对位置,或调整所述聚焦超声焦点与所述目标区域的相对位置。可见,该系统能够利用成像设备和信号采集设备在治疗过程中实时调整聚焦超声焦点与靶点部位的相对位置,减少了定位靶点的主观性,提高了治疗效率,此外,还能够根据纹理信息变量和反射信号变量确定温度变化参数,并根据温度变化参数调整超声发射设备的工作参数,有效避免了造成患者局部组织温度过高,减轻了患者的痛苦。

附图说明

[0039] 为了更清楚的说明本发明实施例或现有技术的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单的介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0040] 图1为本发明提供的聚焦超声治疗系统实施例的结构示意图;

[0041] 图2为本发明提供的聚焦超声治疗系统实施例中超声发射设备的结构示意图;

[0042] 图3为本发明提供的聚焦超声治疗系统实施例中信号采集设备的结构示意图;

[0043] 图4为本发明提供的聚焦超声治疗系统实施例中信号采集设备的工作过程示意图;

[0044] 图5为本发明提供的聚焦超声治疗系统实施例中成像设备的结构示意图;

[0045] 图6为本发明提供的聚焦超声治疗系统实施例中成像设备的工作过程示意图图一;

[0046] 图7为本发明提供的聚焦超声治疗系统实施例中成像设备的工作过程示意图图二;

[0047] 图8为本发明提供的聚焦超声治疗系统实施中成像设备的成像探头组中的成像探头以“工”字型结构排列的示意图;

[0048] 图9为本发明提供的图8中探头的成像切面相交示意图;

[0049] 图10为本发明提供的聚焦超声治疗系统实施例中央处理设备的结构示意图;

[0050] 图11为本发明提供的聚焦超声治疗系统实施例中央处理设备构建的目标区域中

靶点部位分布曲线图；

[0051] 图12为本发明提供的聚焦超声治疗系统实施例的中央处理设备构建的靶点部位的温度变化等温线示意图。

具体实施方式

[0052] 本发明的核心是提供一种聚焦超声治疗系统,减少了定位靶点的主观性,提高了治疗效率,且有效避免了造成患者局部组织温度过高,减轻了患者的痛苦。

[0053] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的详细说明。显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0054] 下面对本发明提供的一种聚焦超声治疗系统实施例进行介绍,参见图1,实施例包括:

[0055] 超声发射设备101,用于在接收到定位指令时,向目标区域发射聚焦超声,在接收到消融指令时,向靶点部位发射聚焦超声;还用于根据反馈控制设备105发送的调整指令,调整所述超声发射设备101的工作参数,并调整聚焦超声焦点与所述靶点部位的相对位置,或调整所述聚焦超声焦点与所述目标区域的相对位置。

[0056] 信号采集设备102,用于在定位过程中,采集所述目标区域在所述聚焦超声刺激下产生的组织回波,并转化为对应的回波信号,将所述回波信号发送到中央处理设备104;还用于采集所述靶点部位在消融开始时的第一反射回波,以及采集所述靶点部位在消融过程中的第二反射回波,并分别转化为对应的第一反射信号和第二反射信号,计算得到反射信号变量,将所述反射信号变量发送到所述中央处理设备104。还用于采集所述目标区域和/或所述靶点部位的回波衰减信息,并将所述回波衰减信息发送到所述中央处理设备。

[0057] 成像设备103,用于在定位过程中,构建所述目标区域的图像信息,并将所述图像信息发送到所述中央处理设备;还用于采集所述靶点部位在消融开始时的第一纹理信息,以及采集所述靶点部位在消融过程中的第二纹理信息,计算纹理信息变量,并将所述纹理信息变量发送到所述中央处理设备104。

[0058] 所述中央处理设备104,用于在定位开始时,向所述超声发射设备101发送所述定位指令,并在定位过程中,根据所述信号采集设备102传输的所述目标区域的回波信号,构建所述靶点部位在所述目标区域的靶点分布信息;还用于在消融开始时,向所述超声发射设备101发送所述消融指令,并在消融过程中,根据所述反射信号变量、所述纹理信息变量,构建所述靶点部位在消融过程中的温度变化参数。还用于根据所述回波衰减信息,构建聚焦声束声通道上的声阻信息。

[0059] 所述反馈控制设备105,用于根据所述靶点分布信息、所述温度变化参数、以及所述声阻信息,生成所述调整指令,并将所述调整指令发送到所述超声发射设备101。

[0060] 如图2所示,本实施例提供了一种聚焦超声治疗系统中超声发射设备101的结构示意图,下面对超声发射设备101进行详细的介绍:

[0061] 超声发射设备101主要包括超声发射模块201与聚焦超声换能器组202,其中,超声发射模块201主要包括超声驱动器2011、信号发生器2012及功率放大器2013。聚焦超声换能

器组202由多个可以独立工作的聚焦超声换能器阵元构成,作为一种优选方式,每个聚焦超声换能器阵元可以同时具备发射和接收超声波功能,具体可以选用同时可以实现发射和接收的特殊材料,如压电薄膜或复合材料等。当聚焦超声换能器202既能发射又能接收超声波时,可以替代信号采集设备102中的接收模块,节约设备的制作成本。本实施例将其分为两组聚焦超声换能器阵元,分别为第一阵元组和第二阵元组,所述第一阵元组用于在接收到所述靶点定位指令时,向所述目标区域发射差频聚焦超声或扫频聚焦超声,所述第二阵元组用于在接收到所述靶点消融指令时,向所述靶点部位发射同频聚焦超声、差频聚焦超声或扫频聚焦超声。

[0062] 当超声发射设备101接收到定位指令或消融指令时,由超声驱动器2011输出驱动信号,传递至信号发生器2012以及功率放大器2013,以驱动聚焦超声换能器组202向预设的目标区域或靶点部位发射聚焦超声。具体的,所述超声驱动器2011用于将所述驱动信号发送到所述信号发生器2012和所述功率放大器2013,以生成工作指令,并将所述工作指令发送到所述聚焦超声换能器组202,所述工作指令包括但不限于靶点定位指令和靶点消融指令。所述聚焦超声换能器阵元用于在接收到所述靶点定位指令时,向所述目标区域发射差频聚焦超声或扫频聚焦超声,在接收到所述靶点消融指令时,向所述靶点部位发射同频聚焦超声、差频聚焦超声或扫频聚焦超声。

[0063] 优选的,聚焦超声换能器组202中的每个聚焦超声换能器阵元均受到不同的信号发生器2012及功率放大器2013的控制,形成独立的聚焦超声发射路径,且不同路径发射频率、声强或占空比等参数不同的聚焦声束。

[0064] 优选的,聚焦超声换能器202中的聚焦超声换能器阵元的排列方式可以根据实际情况进行设置,如以间隔方式排列,此时信号采集设备102中的接收模块301或成像设备103的成像探头可以设置在间隔中。此外,还可以将聚焦换能器真元按线性阵列、二维阵列或三维阵列,还可以为矩形阵列、同心圆阵列、球面阵列等排列,本实施例对此不作具体限定。

[0065] 如图3所示,本实施例提供了一种聚焦超声治疗系统中信号采集设备102的结构示意图,信号采集设备102主要包括信号接收模块301和信号转化模块302,如图4所示,所述信号转化模块302与所述信号接收模块301相连接,用于将所述组织回波转化为对应的回波信号,还用于分别将所述第一反射回波、所述第二或第N反射回波转化为所述第一反射信号、所述第二或第N反射信号;还用于将所述衰减回波转化为衰减信号。下面开始对信号采集设备102进行详尽的介绍:

[0066] 具体的,信号接收模块301由压电晶体、压电陶瓷、聚合物、静电换能器或其他声-电转换材料制备,还可由高敏水听器及相关设备构成。关于信号接收模块301的位置,具体可以将信号接收模块301设置于超声发射设备101的聚焦超声焦点周围。其作用主要是接收目标区域在聚焦超声刺激后产生的第一反射回波和第二反射回波,还用于接收靶点部位在聚焦超声刺激后产生的组织回波,然后将第一反射回波、第二反射回波、以及所述组织回波发送至信号转化模块302。

[0067] 信号转化模块302由前置放大器、可变孔径电路、TGC放大器、增益控制、动态信号滤波器、对数放大器、检波器等构成转化通路,将信号接收模块301发来的第一反射回波和第二反射回波,分别转化为相应的第一反射信号和第二反射信号,并计算得到反射信号遍历,还用于将组织回波转换为回波信号,最终,信号采集设备102将反射信号遍历和回波信

号发送至中央处理设备104。

[0068] 其中,所述发射信号变量,包括但不限于:回波信号的时移、回波信号的频移、回波信号的声衰减、回波信号功率谱变化、回波信号背向散射能量改变,或其他根据实际需要而选用的信号变量参数。

[0069] 如图5所示,本实施例提供了一种聚焦超声治疗系统中成像设备103的结构示意图,成像设备103主要包括成像探头组401和成像主机402。下面开始对成像设备103进行详尽的描述:

[0070] 具体的,成像探头组401由多个可独立工作的超声成像探头构成,根据成像主机402发出的成像指令,向目标区域发射成像波,然后接收成像波在目标区域反射回来的成像回波,将成像回波传递至成像主机402。成像主机402对成像回波进行处理,得到目标区域的图像信息,最后将该图像信息发送至中央处理设备104。成像主机402构建的图像信息的图像格式可以根据实际情况进行设置,具体可以包括灰阶图像、彩色多普勒图像、组织多普勒图像、虚拟组织图像等图像格式。

[0071] 作为一种优选方式,成像设备103还可以采集靶点部位在消融开始时的第一纹理信息,以及在消融过程中的第二纹理信息,并计算得到纹理信息变量,将所述纹理信息变量发送到中央处理设备104。其中,所述超声纹理变量,包括但不限于:平均灰度变化、交叉熵变化、混合熵变化、功率谱密度变化、实值Gabor变换系数,或其他根据实际需要而选用的纹理变量参数。

[0072] 此外,如图6所示,成像设备103还用于通过测量聚焦声束的轴线确认体表至所述靶点部位的深度信息,或者,如图7所示,成像设备103通过二维或三维影像探测体表边界,确定聚焦声锥的体积,生成靶点能量计算结果,发送至所述反馈控制设备105。

[0073] 优选的,在本实施例中,成像设备103的种类也可以根据实际情况进行选择,具体可以为超声成像设备、CT设备、MRI设备、OCT设备、光声设备、红外成像设备中的一种或多种的组合。

[0074] 此外,成像设备103中的成像探头组401中的成像探头的排列组合方式应保证在所有的探头的成像切面中至少存在两个成像切面呈相交关系,例如,成像探头为”L”字型、“工”字型、“十”字型、“T”字型、“口”字型、“×”字型等。请分别参见图8与图9,图8其示出了本实施例提供的聚焦超声治疗系统中成像设备的成像探头组中的成像探头以“工”字型结构排列的示意图,图9示出了图8中探头的成像切面相交示意图,对于其余排列结构的示意图,本实施例这里不再一一示出。

[0075] 关于成像探头组401的位置,优选的,成像探头组401设置在步进电机上,在步进电机的带动下成像探头组401在空间中自由旋转。

[0076] 参见图10,本实施例提供了一种聚焦超声治疗系统中中央处理设备104的结构示意图,如图10所示,中央处理设备104主要包括靶点定位模块701和温度监测模块702,下面对中央处理设备104进行详尽的描述:

[0077] 一方面,在消融过程中,需要确定靶点部位在目标区域的分布情况,精确需要进行治疗的靶点部位的所在位置,以实现提高治疗效率的目的。因此,在消融过程中需要进行定位。

[0078] 靶点定位的主要实现过程为:利用成像设备103构建目标区域的图像信息,同时利

用超声发射设备101向把目标区域发射聚焦超声,并利用信号采集设备102采集从所述目标区域反射回来的组织回波,对组织回波进行处理,得到回波信号。而靶点定位模块701所起到的作用为结合目标区域的图像信息和回波信号,构建靶点部位在目标区域的靶点分布信息。

[0079] 具体的,所述靶点定位模块701内预设有多种组织的固有回波信号参数,当实际的消融目标根据需要发生变化时,可根据需要选取相应组织的固有回波信号参数与信号采集设备102采集得到的回波信号进行比较分析,得到分析比较结果,然后结合成像设备103构建的目标区域的图像信息,构建靶点部位在目标区域内的空间分布信息。

[0080] 具体的,上述目标区域的图像信息可以为单平面、多平面或3D图像信息,上述空间分布信息,包括但不限于:靶点分布范围、靶点分布密度、靶点组织病理状态,并以空间灰度图、曲线图、伪彩图或其他形式表现。图11为本发明实施例提供的一种聚焦超声治疗系统的中央处理设备104构建的目标区域中靶点部位分布曲线图,其余的分布形式及可能的分布情况不一示出。

[0081] 此外,靶点定位模块701还可利用逐帧比较监测技术、图像减影技术等处理突出治疗靶超声特征的变化,以检测治疗靶超声特征的改变及治疗目标是否达成。甚至还可以利用多普勒血流定量技术,监测靶区主血管血流状态,以及靶区局部血流变化,监测治疗目标是否达成。

[0082] 另一方面,在消融过程中,需要监测靶点部位和目标区域的温度,避免温度过高增加患者的痛苦,以实现提高患者使用体验的目的。因此,在消融过程中需要进行温度监测。

[0083] 温度监测模块702的主要作用为:根据信号采集设备102传输来的所述靶点部位的回波信号变量,以及所述成像设备103传输来的纹理信息变量,基于预设的回波信号变量-温度变量模型、纹理信息变量-温度变量模型的测温结果,构建所述靶点部位的实时温度变量信息,具体可以以柱状图、曲线图、等温线图的形式表现。其中,基于回波信号变量-温度变量模型的测温结果主要用于所述靶点部位核心区域的测温,基于纹理信息变量-温度变量模型的测温结果主要用于所述靶点部位外围区域的测温。

[0084] 此外,还可以根据测温结果之间的差值与预设差值的比较结果,自动发出预警信息,提示操作者终止治疗流程,或者将预警信息发送到中央处理设备104,以便于中央处理设备104主动终止治疗流程。

[0085] 请参阅图12,其示出了本实施例提供的一种聚焦超声治疗系统的中央处理设备104构建的靶点部位的温度变化等温线示意图,其余温度变化表现形式不一示出。

[0086] 对于反馈控制设备105,其主要作用一方面是调整聚焦超声焦点与靶点部位的相对位置,另一方面是调整超声发射设备101的工作参数。

[0087] 由于在治疗过程中,患者的一些动作,例如呼吸运动等,会导致血管的空间位置不断变化,操作者将需要不断移动成像设备103的探头更换成像切面,以找到正确的目标区域,增加了治疗时间,而本实施例利用反馈控制设备105可以自动追踪目标区域和靶点部位,提高了工作效率。具体的,反馈控制设备105从中央处理设备104处获得了目标区域中的靶点的分布信息,进而控制超声发射设备101进行焦点移动,直至焦点对准靶点部位。

[0088] 优选的,成像设备103为多平面超声成像设备,用于获取目标区域中预设血管的实时多普勒血流信息,并将实时多普勒血流信息发送至中央处理设备104;中央处理104设备

还用于将实时多普勒血流信息与预设参考多普勒血流信息对比,获得对比结果;相应的反馈控制设备105用于在中央处理设备的对比结果为不同时,控制步进电机移动,直至中央处理设备的判断结果为相同。

[0089] 反馈控制设备105还用于实时获取实际温度变量信息,并向超声发射设备101发出与获取到的实际温度变量信息相对应的指令,指令包括:消融指令、停止消融指令,即当反馈控制设备801获取到的实际温度变量信息对应的指令为消融指令或停止消融指令,那么就向超声发射设备101发出消融指令或停止消融指令。通过这种方式可以使得操作者及时获知靶点部位的消融情况,避免了由于消融时间不足导致的治疗效果不佳或消融时间过长而导致温度过高而增加患者的痛苦的情况。

[0090] 除去上述靶点部位实时定位和温度监测之后,优选的,本实施例还可以调整聚焦超声剂量,聚焦超声剂量一般与人的体型、肥胖程度等因素相关,该调整过程一般在消融过程之前进行。具体调整过程如下:

[0091] 成像设备103在超声发射设备101向预设的目标区域中的靶点部位发送同频聚焦超声后,获取同频聚焦超声声锥的形状信息。同时,信号采集设备102还可以采集目标区域在聚焦超声下的衰减回波信号,并转化为衰减信号。中央处理设备104可以根据该形状信息以及衰减信号,计算出焦点处的声强,然后获得对应的治疗剂量,并生成相应的剂量调整指令,发送到超声发射设备101,最后超声发射设备101根据剂量调整指令,确定消融开始时的初始聚焦超声剂量。

[0092] 综上所述,本发明实施例公开了一种聚焦超声治疗系统,包括超声发射设备101、信号采集设备102、成像设备103、中央处理设备104、以及反馈控制设备105,其中,超声发射设备101向目标区域或靶点部位发射聚焦超声,信号采集设备102和成像设备103配合中央处理设备104实现靶点部位的定位,实时调整聚焦超声焦点与靶点部位的相对位置,或所述聚焦超声焦点与所述目标区域的相对位置,减少了定位靶点的主观性,提高了治疗效率,此外,在治疗过程中中央处理设备104还能利用信号采集设备102和成像设备103采集得到的反射信号变量和纹理信息变量确定温度变化参数,反馈控制设备根据温度变化参数调整超声发射设备的工作参数,从而有效避免了造成患者局部组织温度过高,减轻了患者的痛苦。

[0093] 本发明实施例提供的上述技术方案中与现有技术中对应技术方案实现原理一致的部分并未详细说明,以免过多赘述。对所公开的实施例的上述说明,使本领域技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

[0094] 还需要说明的是,在本说明书中,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。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

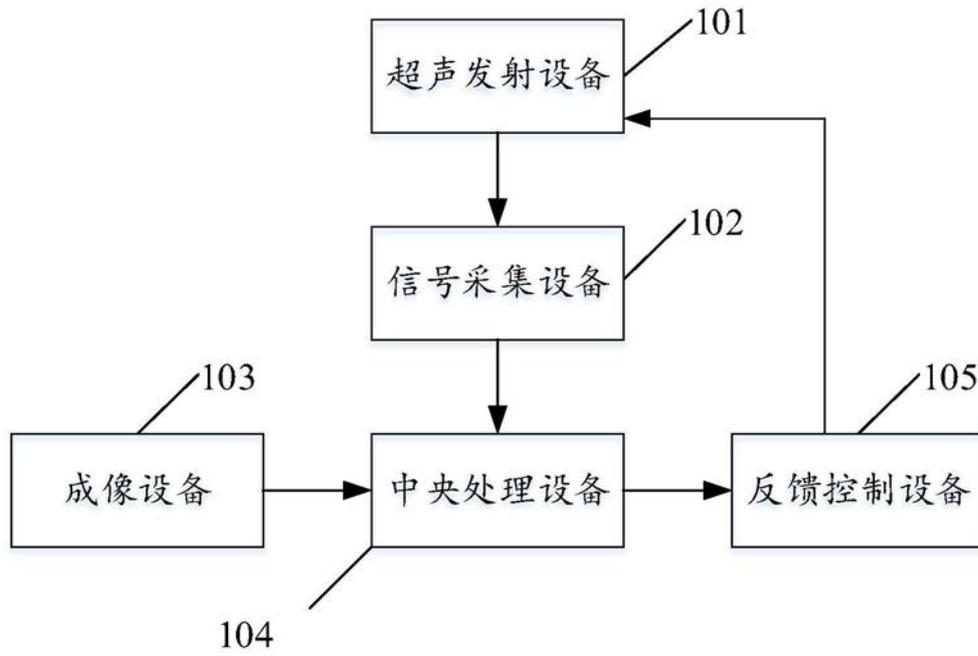


图1

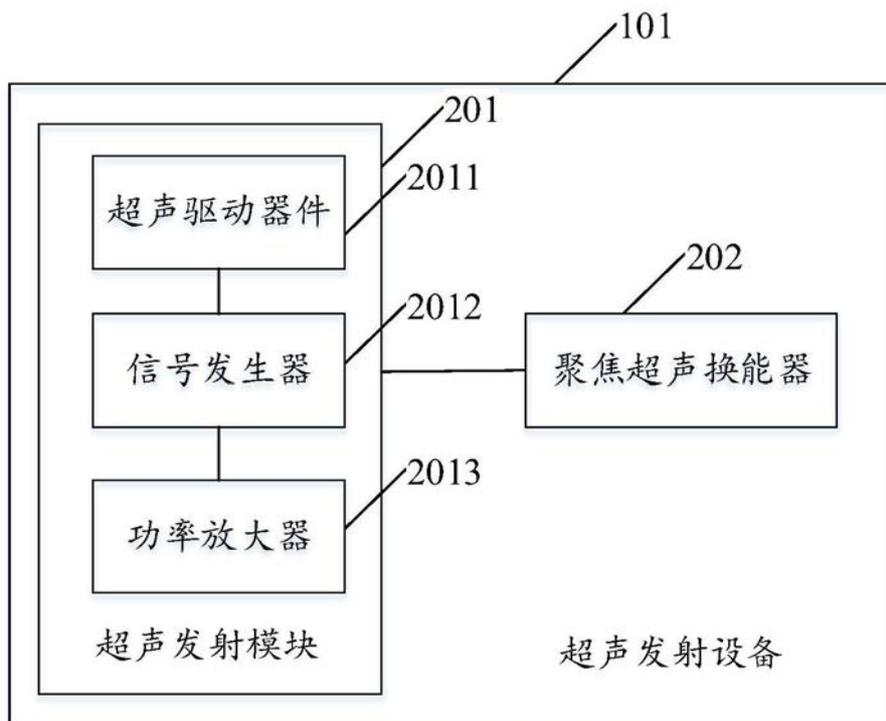


图2

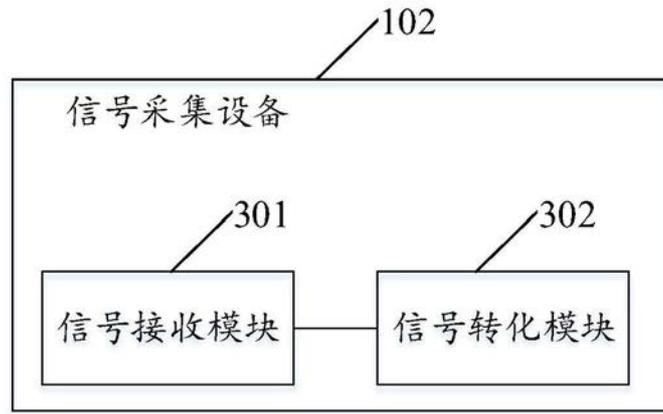


图3

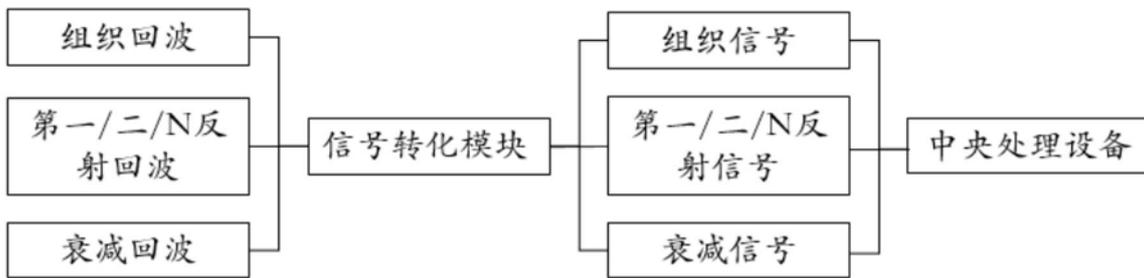


图4

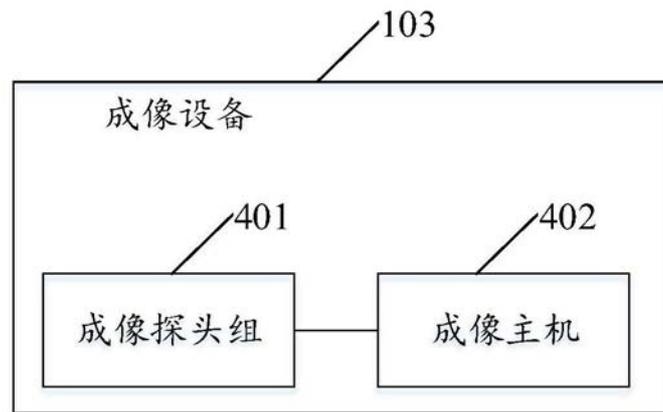


图5

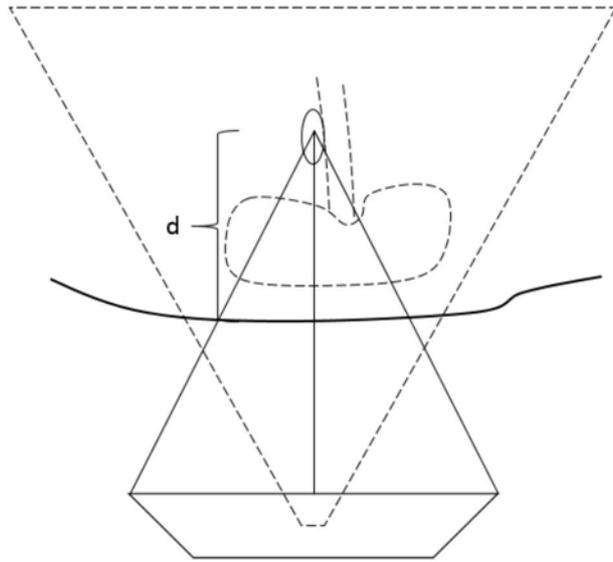


图6

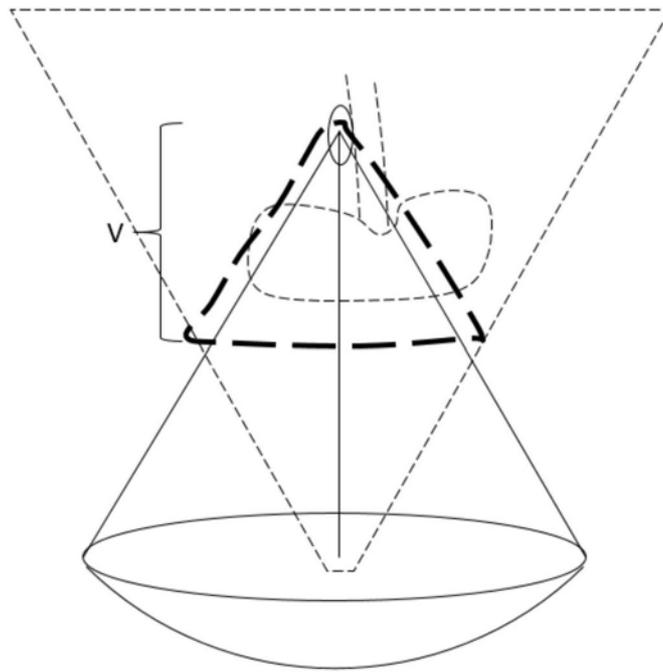


图7

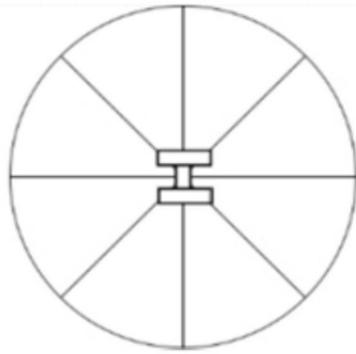


图8

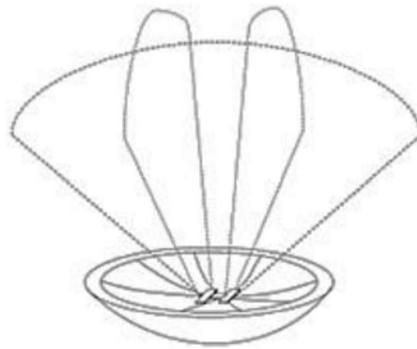


图9

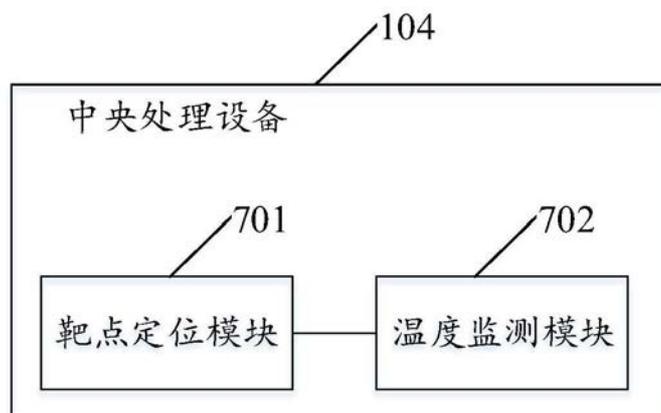


图10

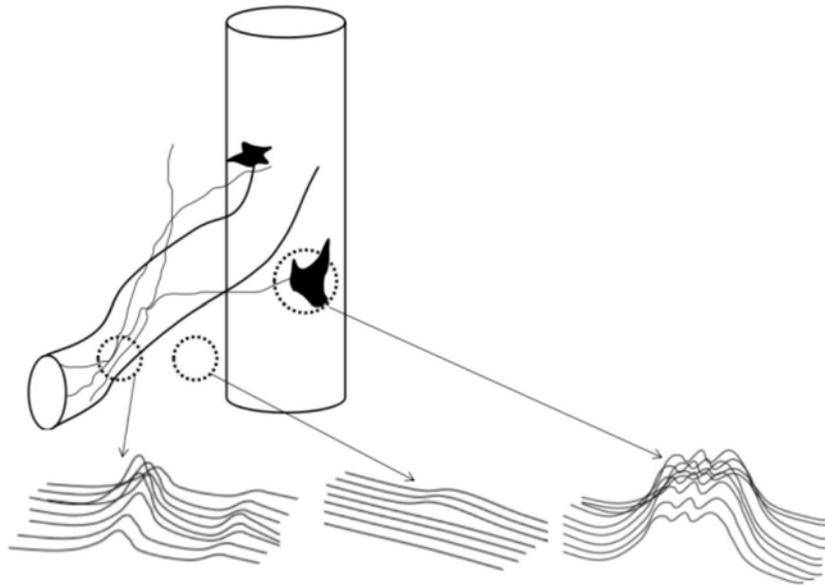


图11

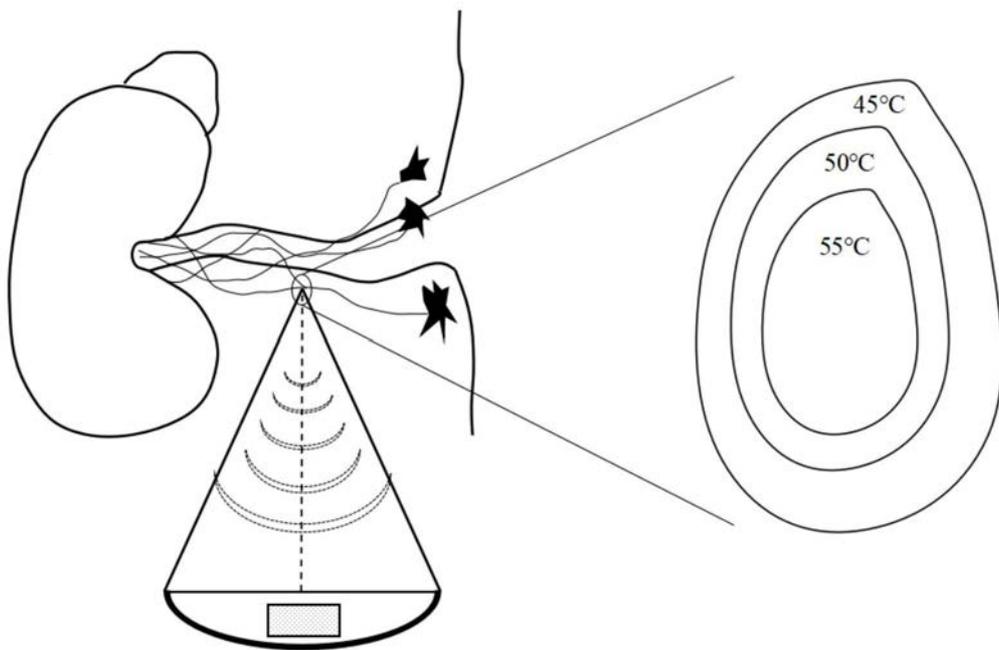


图12

| | | | |
|----------------|----------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译) | 一种聚焦超声治疗系统 | | |
| 公开(公告)号 | CN110465008A | 公开(公告)日 | 2019-11-19 |
| 申请号 | CN201910803968.0 | 申请日 | 2019-08-28 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 黄晶 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 黄晶 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 黄晶 | | |
| [标]发明人 | 黄晶 马长生 肖灵 刘光聪 钱俊 容顺康 熊波 姚沅清 | | |
| 发明人 | 黄晶 马长生 肖灵 刘光聪 钱俊 容顺康 熊波 姚沅清 | | |
| IPC分类号 | A61N7/02 A61B8/08 | | |
| CPC分类号 | A61B8/0891 A61B8/4444 A61B8/488 A61N7/02 A61N2007/0004 A61N2007/0078 | | |
| 代理人(译) | 张春辉 | | |
| 外部链接 | Espacenet SIPO | | |

摘要(译)

本发明公开了一种聚焦超声治疗系统，包括超声发射设备、信号采集设备、成像设备、中央处理设备以及反馈控制设备。其中，超声发射设备向目标区域或靶点部位发射聚焦超声，信号采集设备和成像设备配合中央处理设备及反馈控制设备实现靶点部位的定位、实时调整聚焦超声焦点与靶点部位的相对位置。实现对治疗靶点更好的跟踪，实时调节超声治疗剂量，以提升治疗定位的精确性和靶点跟踪能力，保障治疗需要剂量的精确性和稳定性，此外，在治疗过程中，还能确定温度变化参数，反馈控制设备根据回波和温度变化参数调整超声发射设备的工作参数，从而有效避免了患者局部组织温度过高，提高了治疗的效率，减轻了患者的痛苦和副作用。

