



## [12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 02222533.1

[45] 授权公告日 2003 年 5 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 2551208Y

[22] 申请日 2002.05.10 [21] 申请号 02222533.1  
 [73] 专利权人 绵阳索尼克电子有限责任公司  
 地址 621000 四川省绵阳市长虹大道兴盛街  
 18 号  
 [72] 设计人 刘伯涛 陈祠松 何跃明 余先华  
 苏强华 曾文富

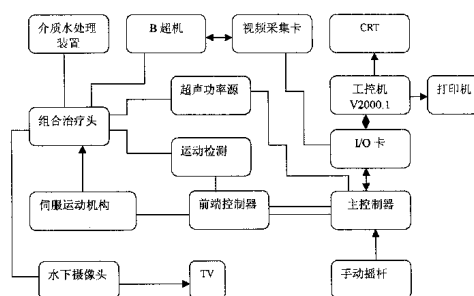
[74] 专利代理机构 绵阳市蜀北专利有限公司  
 代理人 周小朴

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 5 页

[54] 实用新型名称 肿瘤治疗超声聚焦刀

[57] 摘要

本实用新型提供一种肿瘤治疗超声聚焦刀，涉及利用聚焦超声波治疗肿瘤的设备，肿瘤治疗聚焦刀是由组合治疗头、超声功率源、介质水处理装置、B 超机、治疗床、主控制器和工控机组成，其特征是：组合治疗头安装在五维运动机构的弧形臂上，弧形臂放置在治疗床上的水箱内；组合治疗头与超声功率源相连；工控机通过主控制器分别与五维运动机构、超声功率源相连，B 超机通过视频采集卡连接工控机。本实用新型具有精确聚焦、焦点形态良好、大功率声强、多种波场形式，可直观的实时监视被治疗区域体表情况，能够快速、直观、定性的判断治疗效果。



1. 一种肿瘤治疗超声聚焦刀是由组合治疗头、超声功率源、介质水处理装置、B 超机、治疗床、主控制器和工控机组成，其特征是：组合治疗头安装在五维运动机构的弧形臂上；治疗床的中部有用于存放介质水的水箱，介质水处理装置与水箱相连，弧形臂放置在水箱内；组合治疗头与超声功率源相连；工控机通过主控制器分别与五维运动机构、超声功率源相连，B 超机通过视频采集卡连接工控机。

2. 如权利要求 1 所述的肿瘤治疗超声聚焦刀，其特征是：所述五维运动机构的五维运动由 X、Y、Z、 $\theta$ 、 $\gamma$  运动组成，X、Y、Z 的运动机构是一样的：伺服电机（1）通过减速器（2）传送到滚珠丝杆（3），滚珠丝杆（3）带动托板（4）在导轨（5）上运动，旋转编码器（6）与滚珠丝杆（3）连接，X、Y、Z 三个运动机构叠加就构成三维直角坐标系运动机构；伺服电机（7）通过减速器（8）连接弧形臂（9）上的同步带（10），同步带（10）固定有滑块（11），组合治疗头（12）固定在滑块（11）上使组合治疗头（12）沿弧形臂（9）运动且与 Y 坐标保持在同一平面上形成， $\gamma$  坐标运动完成二维断面在 Y 坐标平面内的弧形运动，弧形臂（9）固定在 X、Y、Z 三个单运动机构叠加构成三维运动装置上；气动动作筒（13）通过连杆（14）带动组合治疗头（12）绕自身轴心转动形成  $\theta$  坐标运动，完成两个相互垂直且轴对称二维诊断面的转换；五维运动机构的控制是由工控机通过主控制器将运动信号传送到前端控制器，前端控制器控制伺服运动机构带动组合治疗头运动，运动检测器将检测到的位置信号反馈到前端控制器，再通过主控制器反馈到工控机，实现运动的闭环控制。

3. 如权利要求 1 所述的肿瘤治疗超声聚焦刀，其特征是：所述超声功率源是：0.8MHz~1.7MHz 的主振动器接 12 路使能开关，经中放电路进行放大，再由隔离变压器驱动功率放大器，由功率放大器放大后的高频电能经阻抗匹配电路经功率检测送至换能器件，换能器件发射功率超声波；12 路使能开关接相序发生器，相序发生器接 PC I/O 接口，PC I/O 接口通过可调节直流电源接功率放大器，PC I/O 接口通过指示器接功率检测电路。

4. 如权利要求 1 所述的肿瘤治疗超声聚焦刀，其特征是：所述组合治疗头（12）包括声透镜（15），声透镜（15）的平面固定有 8~20 个压电换能器（16）；声透镜（15）中心的孔处有凸阵式 B 超探头（17），；护套（18）将声透镜和 B 超探头密封，护套（18）内部上固定有定位固定调节胶垫（19）用于固定 B 超探头（17）。

5. 如权利要求 1 所述的肿瘤治疗超声聚焦刀，其特征是：所述弧形

臂(9)安装有水下摄影头(20)。

6. 如权利要求1所述的肿瘤治疗超声聚焦刀,其特征是:在工控机的控制下,超声功率源、B超机、五维运动机构是闭环实时的工作。

7. 如权利要求1所述的肿瘤治疗超声聚焦刀,其特征是:所述组合治疗头形成的焦域 X 短轴 $\leq 2.6\text{mm}$ 、Y 短轴 $\leq 2.6\text{mm}$ 、Z 长轴 $\leq 8.0\text{mm}$ ,焦点最大横截面最大声强 $\geq 20\text{KW}/\text{cm}^2$ ,定位精度 $\pm 1\text{mm}$ 。

## 肿瘤治疗超声聚焦刀

### 1. 技术领域

本实用新型涉及一种利用超声波对肿瘤进行扫描和治疗的肿瘤治疗超声聚焦刀。

### 2. 背景技术

近代医学研究发现，肿瘤细胞比正常细胞耐热性差，在 42.5~45 度之间，30 分钟内肿瘤细胞死亡，60℃需要约 3 秒杀死肿瘤细胞，而 100℃只需 0.1 秒就可杀死肿瘤细胞。利用这一特点，采用高强度聚焦超声(High Intensity Focused Ultrasound——HIFU) 技术治疗肿瘤已成为国内外发展趋势。超声束在人体内聚焦，使焦点处的高强度超声能量作用于人体内靶组织（肿瘤）上，经过高强度超声（每平方厘米可达上万瓦）短时间（0.5s~5s）辐照，在靶组织处产生高温效应、机械效应和空化效应。使肿瘤组织产生凝固性坏死，失去增殖、浸润和转移能力，从而达到治疗肿瘤的目的。现有利用 HIFU 技术治疗肿瘤的产品存在一些缺点：1.现有的产品焦域较大（长短轴之比较大）焦域内的超声最大声强低于 15000W/cm<sup>2</sup>，这样治疗效果差、治疗时间长。2.采用 B 超二维诊断和二维治疗方法，不能完全地判断病灶性质和结构并治疗。3. 现有的产品均没有实时监视被治疗区域体表的功能，容易发生烧伤和因患者体位变化造成治疗部位偏差。4. 现有的产品均不能快速、直观、定性地判断治疗效果

本实用新型的目的旨在克服现有技术的缺点，提供一种焦域小、大功率声强、焦域形态良好、三维立体诊断和治疗、定位精确、实时监控、工作稳定可靠和操作方便的肿瘤治疗超声聚焦刀。

### 3. 发明内容

本实用新型的目的是这样实现的，一种肿瘤治疗超声聚焦刀是由组合治疗头、超声功率源、介质水处理装置、B 超机、治疗床、主控制器和工控机组成，其特征是：所述组合治疗头安装在五维运动机构的弧形臂上；治疗床的中部有用于存放介质水的水箱，介质水处理装置与水箱相连，弧形臂放置在水箱内；组合治疗头与超声功率源相连；工控机通过主控制器分别与五维运动机构、超声功率源相连，B 超机通过视频采集卡连接工控机。

所述五维运动机构的五维运动由 X、Y、Z、 $\theta$ 、 $\gamma$  运动组成：X、Y、Z 的运动机构是一样的：伺服电机通过减速器传送到滚珠丝杆，滚珠丝杆带动托板在导轨上运动，旋转编码器与滚珠丝杆 连接，X、Y、Z 三个运动机构叠加就构成三维直角坐标系运动机构；伺服电机通过减

速器连接弧形臂上的同步带，同步带固定有滑块，组合治疗头固定在滑块上使组合治疗头沿弧形臂运动且与 Y 坐标保持在同一平面上形成， $\gamma$  坐标运动完成二维断面在 Y 坐标平面内的弧形运动，弧形臂固定在 X、Y、Z 三个单运动机构叠加构成三维运动装置上；气动动作筒通过连杆带动组合治疗头绕自身轴心转动形成  $\theta$  坐标运动，完成两个相互垂直且轴对称二维诊断面的转换；五维运动机构的控制是由工控机通过主控制器将运动信号传送到前端控制器，前端控制器控制伺服运动机构带动组合治疗头运动，运动检测器将检测到的位置信号反馈到前端控制器，再通过主控制器反馈到工控机，实现运动的闭环控制。

所述超声功率源是：0.8MHz~1.7MHz 的主振动器接 12 路使能开关接中放电路进行放大，再由隔离变压器驱动功率放大器，由功率放大器放大后的高频电能经阻抗匹配电路经功率检测送至换能器件，换能器件发射功率超声波；12 路使能开关接相序发生器，相序发生器接 PC I/O 接口，PC I/O 接口通过可调节直流电源接功率放大器，PC I/O 接口通过指示器接功率检测电路；

所述组合治疗头包括声透镜，声透镜的平面固定有 8~20 个压电换能器；声透镜中心的孔处有凸阵式 B 超探头；护套将声透镜和 B 超探头密封，护套底部上固定有定位固定调节胶垫用于固定 B 超探头。

所述弧形臂安装有水下摄影头。

在工控机控制下，超声功率源、B 超机、五维运动机构是连续实时工作的。

本实用新型同现有技术相比具有以下主要优点：组合治疗头具有精确聚焦、焦点形态良好、大功率声强、多种波场形式，焦点准确位于 B 超诊断面中垂线上，相对位置高度固定；采用凸阵式 B 超探头使得 B 超图像质量不受声透镜的影响；安装有水下摄像头，可直观的实时监视被治疗区域体表情况，有效避免发生烧伤和因患者体位变化造成治疗部位偏差；利用  $\theta$  坐标的工作方式可方便地完成两个相互垂直且轴对称二维诊断面的转换；采用数字图像处理技术，对治疗前、后图像进行实时处理并绘制图表，使得操作者能够快速、直观、定性地判断治疗效果。

#### 4. 附图说明

图 1 是本实用新型实施例的原理框图；

图 2 是本实用新型实施例的五维运动机构中 X、Y、Z 的结构示意图；

图 3 是本实用新型实施例的五维运动机构中  $\gamma$  的结构示意图；

图 4 是本实用新型实施例的五维运动机构中  $\theta$  的结构示意图；

图 5 是本实用新型实施例的组合治疗头结构示意图；

图 6 是本实用新型实施例的组合治疗头中声透镜结构示意图；

图 7 是本实用新型实施例的超声功率源原理图；

图 8 是本实用新型实施例的操作流程框图。

### 5.具体实施方式

如图 1 所示：一种肿瘤治疗超声聚焦刀是由组合治疗头、超声功率源、介质水处理装置、B 超机、治疗床、主控制器和工控机组成。工控机为肿瘤治疗超声聚焦刀的控制中枢，采用奔腾 3 以上处理器，其 I/O 配置为 DMC300 运动控制卡、PC-6407 开关量输出卡、PC-6405 开关量输入卡、PC-6320 A/D 卡和 MVPCI 图象采集卡。B 超机采用 CX—900C 型，介质水处理装置采用 CZ901—6 型。

组合治疗头 12 安装在五维运动机构的弧形臂 9 上；治疗床的中部有用于存放介质水的水箱，介质水处理装置与水箱相连，弧形臂放置在水箱内；组合治疗头与超声功率源相连；工控机通过主控制器分别与五维运动机构、超声功率源相连，B 超机通过视频采集卡连接工控机。

所述组合治疗头包括声透镜 15，声透镜 15 的平面上通过强力胶粘接固定有均匀分布的 8~12 个压电换能器件 16；压电换能器件的电源由超声功率源提供；声透镜 15 中心的孔处有凸阵式 B 超探头 17；护套 18 将声透镜和 B 超探头密封，护套 18 底部上固定有定位固定调节胶垫 19 用于固定和调节 B 超探头 17；8~12 个压电换能器件根据施加的高频电能能量大小和相序，可组合产生多种功率超声波场形式；采用凸阵式 B 超探头，声透镜对 B 超成像质量没有影响，这样在组合治疗头对肿瘤治疗的同时，B 超探头可同时扫描采集肿瘤的图象，传送到工控机，操作者可直观地看到治疗的情况。

组合治疗头技术参数如下：

焦域：X 短轴 $\leq 2.6\text{mm}$ 、Y 短轴 $\leq 2.6\text{mm}$ 、Z 长轴 $\leq 8.0\text{mm}$ ；

最大声强：焦点最大横截面最大声强 $\geq 20\text{KW}/\text{cm}^2$ ；

焦平面高度：55mm，95mm，115mm，165mm，140mm；

功率超声波场形式：连续波、脉冲波（占空比 1%~99%）、旋转波（6 种形式）。

五维运动机构的五维运动由 X、Y、Z、 $\theta$ 、 $\gamma$  运动组成：X、Y、Z 的运动机构是一样的：伺服电机 1 通过减速器 2 传送到滚珠丝杆 3，滚珠丝杆 3 带动托板 4 在导轨 5 上运动，旋转编码器 6 与滚珠丝杆 (3) 连接，X、Y、Z 三个运动机构叠加就构成三维直角坐标系运动机构；伺服电机 7 通过减速器 8 连接弧形臂 9 上的同步带 10，同步带 10 固定有滑块 11，组合治疗头 12 固定在滑块 11 上使组合治疗头 12 沿弧形臂 (9) 运动且与 Y 坐标保持在同一平面上形成， $\gamma$  坐标运动完成二维断面在 Y 坐标平面内的弧形运动，弧形臂 9 固定在 X、Y、Z 三个单运动机构叠加构成三维运动装置上；气动动作筒 13 通过连杆 14 带动组合治疗头 12 绕自身轴心转动形成  $\theta$  坐标运动，完成两个相互垂直且轴对称二维诊断

面的转换；这样可方便地完成诊断和治疗的三维方式，从而能够完整地判断病灶性质和结构并治疗。

五维运动机构的控制是由工控机通过主控制器将运动信号传送到前端控制器，前端控制器控制伺服运动机构带动组合治疗头运动，运动检测器将检测到的位置信号反馈到前端控制器，再通过主控制器反馈到工控机，实现运动的闭环控制。

弧形臂 9 安装有水下摄像头 20，这样可直观的实时监视被治疗区域体表情况，有效避免发生烧伤和因患者体位变化造成治疗部位偏差。

如图 7 所示超声功率源是：0.8MHz~1.7MHz 的主振动器接 12 路使能开关，经中放电路进行放大，再由隔离变压器驱动功率放大器，由功率放大器放大后的高频电能经阻抗匹配电路经功率检测送至换能器件，换能器件发射功率超声波。12 路使能开关接相序发生器，相序发生器接 PC I/O 接口，PC I/O 接口通过可调节直流电源接功率放大器，PC I/O 接口通过指示器接功率检测电路。主振动器产生一个与换能器件匹配的工作频率电压，经使能开关送至中放电路进行放大，再由隔离变压器驱动功率放大器，放大后的高频电能经阻抗匹配电路送至使换能器件发射出功率超声波；工控机经 I/O 接口自动调节直流电源的输出电压值，从而调节了高频电能，也就调节了发射的超声功率值。

在工控机控制下，超声功率源、B 超机、五维运动机构的是闭环实时工作的。

本实用新型采用以下诊断方式：

- 1.采用 B 超二维诊断平面与 B 超探头旋转 90° 的三维组合方式。
- 2.水下摄像与 CT 或 MRI 图片进行辅助外表定位诊断方式。

本实用新型采用以下治疗方式：

- 1.在治疗区内可进行单点或多点，单次或多次重复治疗。
- 2.在治疗区内可进行单线或多线，单次或多次重复治疗。
- 3.在治疗区内可进行弧线的点、线，单次或多次重复治疗。

这三种方式可组合起使用，由点到线，由多线构成面，由面构成立体。

如图 8 所示本实用新型的工作过程，启动超声功率源、介质水处理装置、五维运动机构。介质水处理装置将介质水处理后并加温到 25℃左右，并将介质水向水箱内灌注达到治疗所需高度。

利用水下摄影头和 B 超诊断将患者定位固定，工控机控制五维运动机构带动组合治疗头对患者的病灶部位进行诊断，根据诊断结果确定治疗方案和治疗参数，由工控机自动进行治疗，水下摄影头和监护仪实时监视患者体位和治疗反应情况，并实时采集 B 超图像并对治疗前、后图像，治疗位置及相关参数进行保存和回放，实时进行治疗位置的灰度比

---

较和对已治疗层面进行治疗效果的分析。治疗完毕后，根据治疗前、后灰阶变换变化曲线和血流情况判断治疗效果，确定下一步是重复上述过程，还是结束治疗。



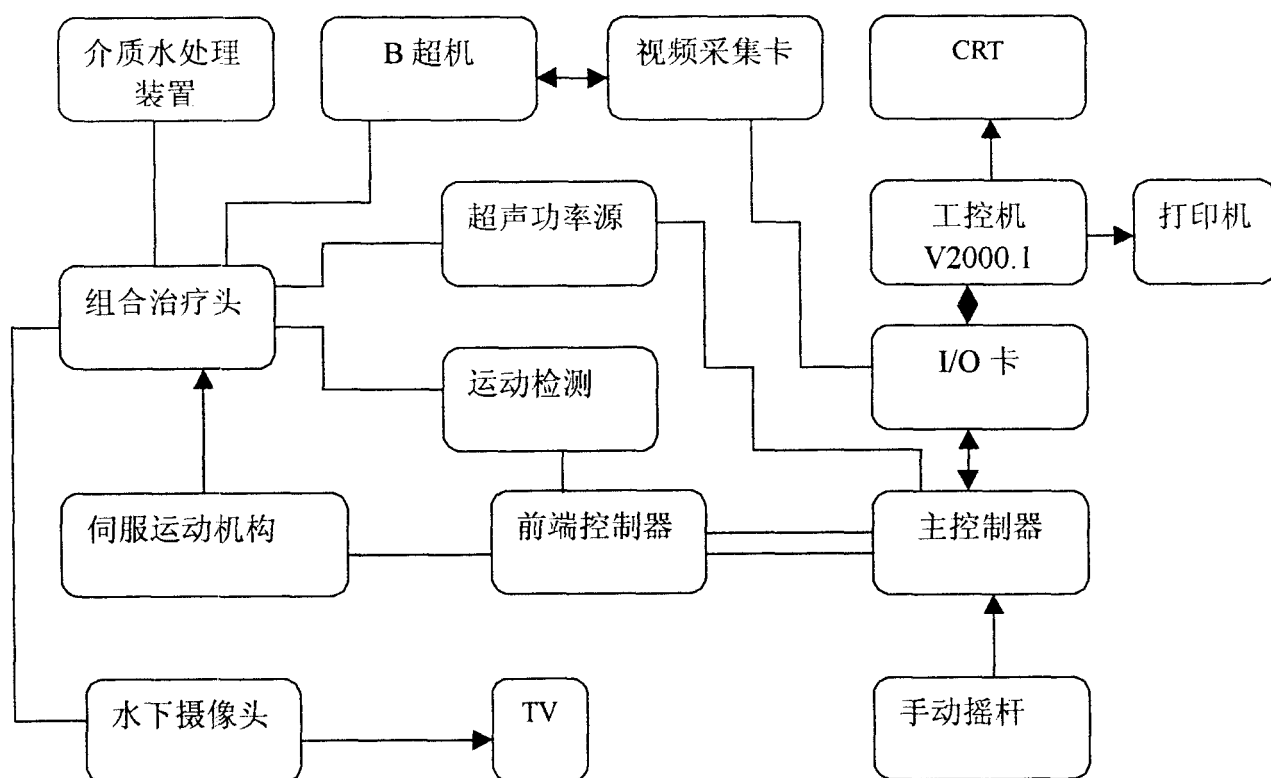


图 1

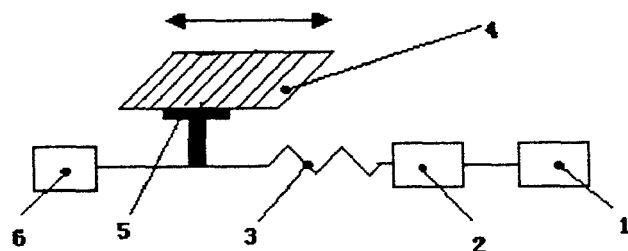


图 2

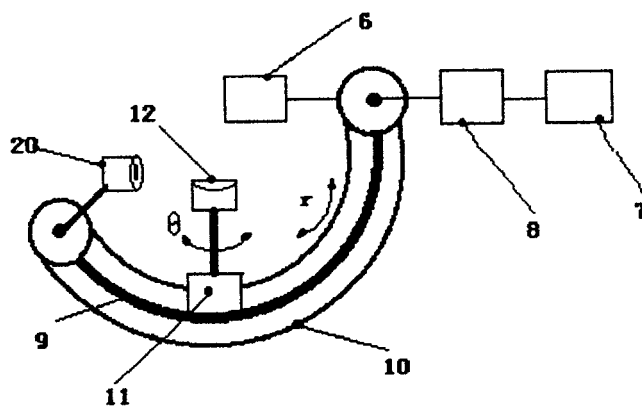


图 3

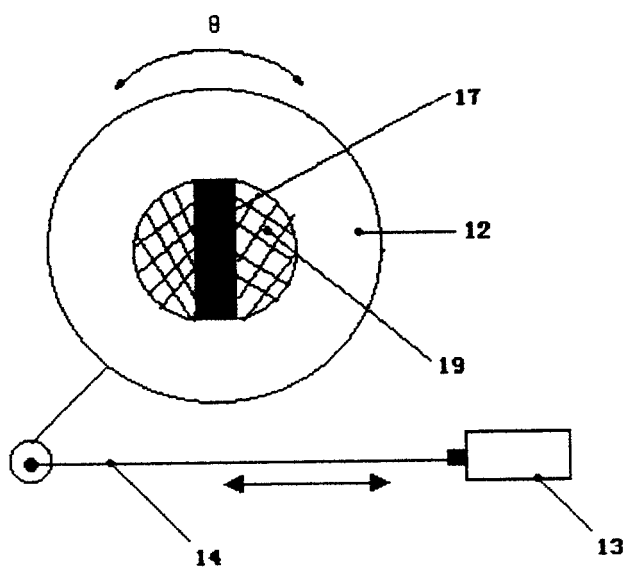


图 4

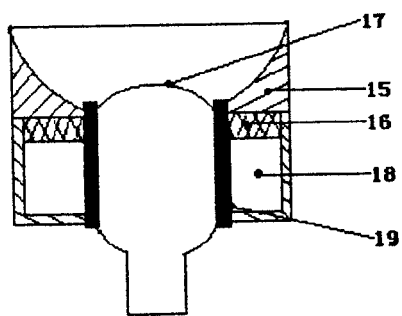


图 5

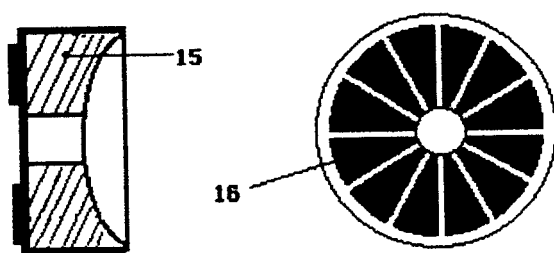


图 6

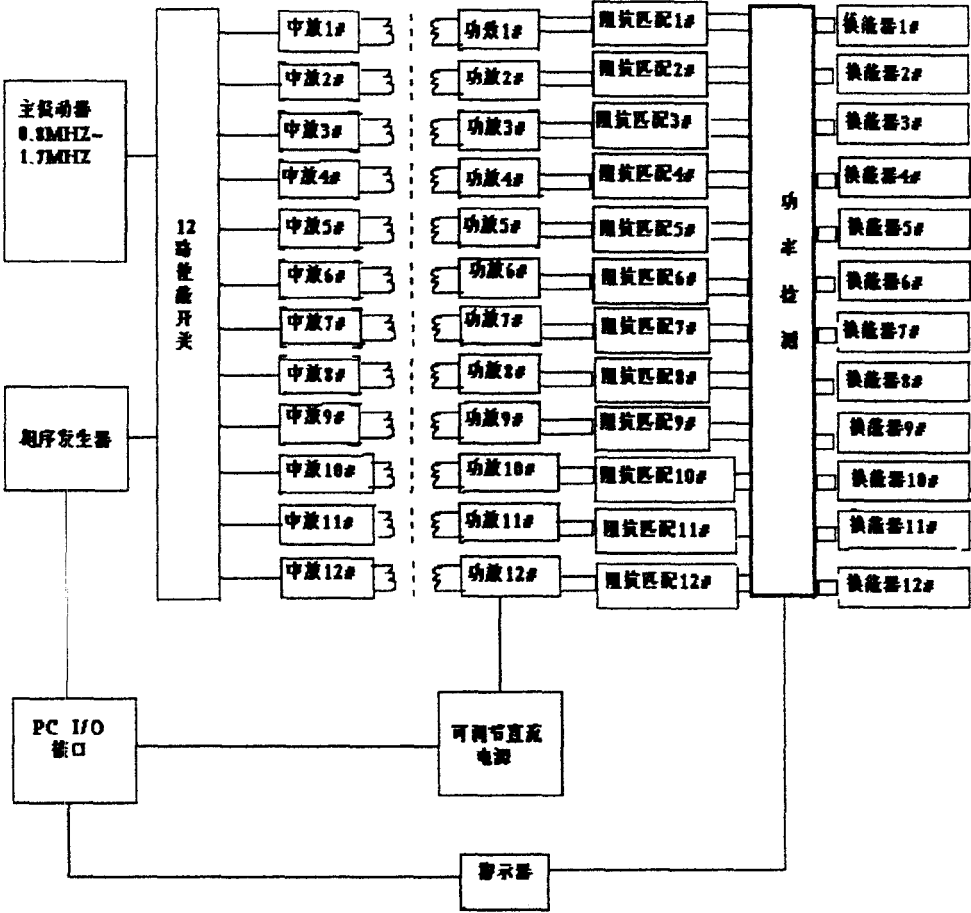


图 7

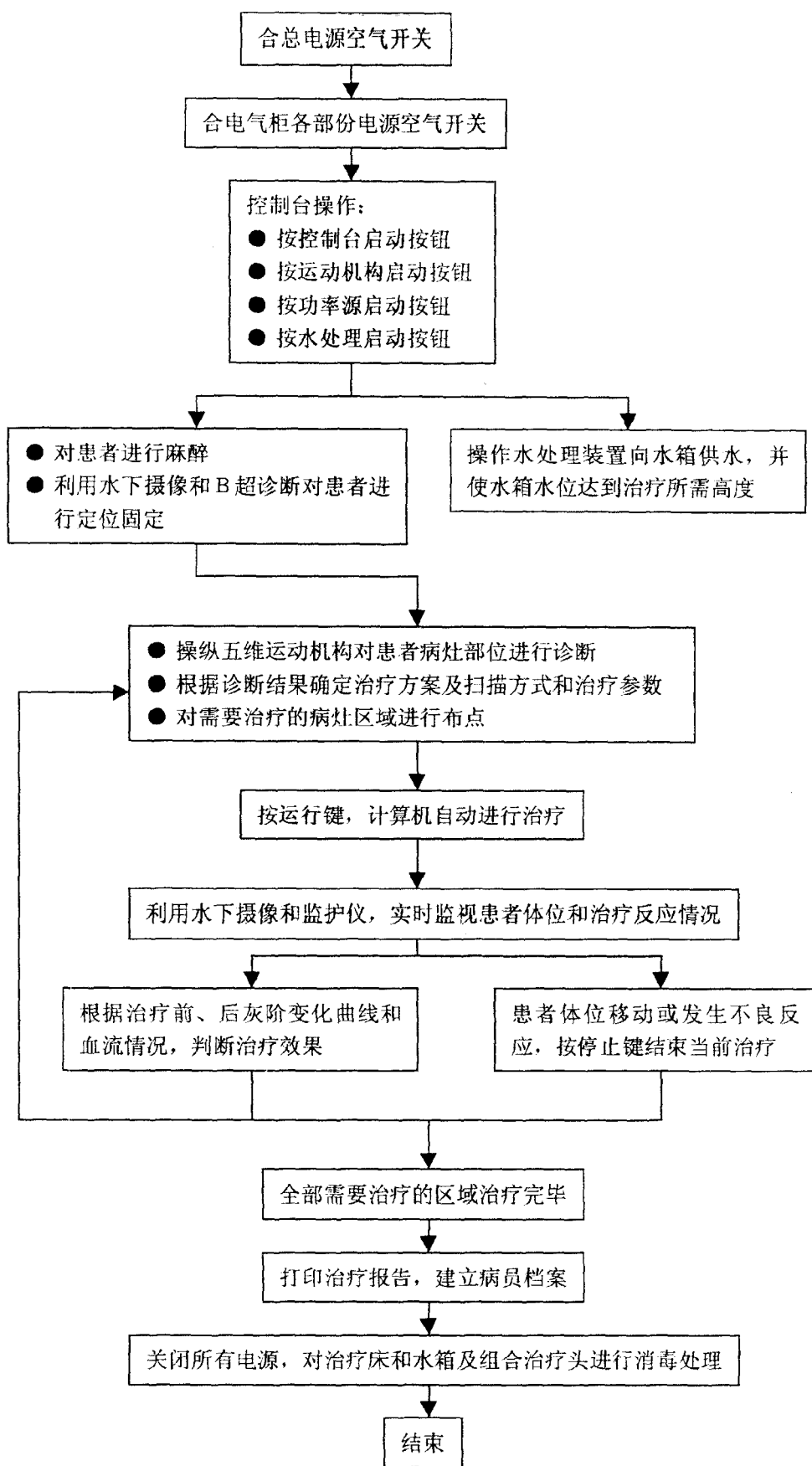


图 8

专利名称(译)	肿瘤治疗超声聚焦刀		
公开(公告)号	<a href="#">CN2551208Y</a>	公开(公告)日	2003-05-21
申请号	CN02222533.1	申请日	2002-05-10
[标]发明人	刘伯涛 陈祠松 何跃明 余先华 苏强华 曾文富		
发明人	刘伯涛 陈祠松 何跃明 余先华 苏强华 曾文富		
IPC分类号	A61B18/04 A61N7/02		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本实用新型提供一种肿瘤治疗超声聚焦刀，涉及利用聚焦超声波治疗肿瘤的设备，肿瘤治疗聚焦刀是由组合治疗头、超声功率源、介质水处理装置、B超机、治疗床、主控制器和工控机组成，其特征是：组合治疗头安装在五维运动机构的弧形臂上，弧形臂放置在治疗床上的水箱内；组合治疗头与超声功率源相连；工控机通过主控制器分别与五维运动机构、超声功率源相连，B超机通过视频采集卡连接工控机。本实用新型具有精确聚焦、焦点形态良好、大功率声强、多种波场形式，可直观的实时监视被治疗区域体表情况，能够快速、直观、定性的判断治疗效果。

