



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111184949 B

(45) 授权公告日 2022.04.15

(21) 申请号 201910616172.4

(22) 申请日 2019.07.09

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111184949 A

(43) 申请公布日 2020.05.22

(73) 专利权人 重庆医科大学
地址 400016 重庆市渝中区医学院路1号

(72) 发明人 李发琪 刘继辉 刘雅璐 游亚庆

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所(普通
合伙) 31219

代理人 尹丽云

(51) Int.Cl.

A61N 7/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102793980 A, 2012.11.28

CN 109770945 A, 2019.05.21

CN 1185983 A, 1998.07.01

CN 104225810 A, 2014.12.24

CN 109045491 A, 2018.12.21

审查员 王阿莉

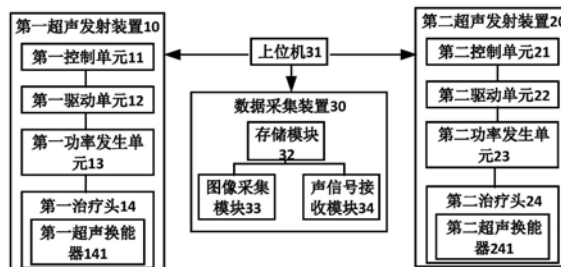
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种聚焦超声消融系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明提供一种聚焦超声消融系统以及控制方法,聚焦超声消融系统包括第一超声发射装置、第二超声发射装置和数据采集装置;第一超声发射装置包括第一控制单元第一驱动单元和第一功率发生单元、第一治疗头和第一超声换能器;第二超声发射装置包括第二控制单元第二驱动单元和第二功率发生单元、第二治疗头和第二超声换能器;数据采集装置包括存储模块、与存储模块连接的图像采集模块和声信号接收模块;本发明通过第一超声换能器和第二超声换能器向目标组织发射超声波对目标组织的病灶区域进行消融处理实时获得病灶区域的图像的灰度变化;根据实时的病灶区域的图像的灰度变化和实际消融面积对各个超声换能器的参数实时改变可以提高治疗效率及安全性。



1. 一种聚焦超声消融系统,其特征在于,包括第一超声发射装置、第二超声发射装置、数据采集装置以及上位机;

其中,所述第一超声发射装置包括第一控制单元、分别与所述第一控制单元

连接的第一驱动单元和第一功率发生单元、第一治疗头以及第一超声换能器,所述第一超声换能器与所述第一功率发生单元连接,所述第一超声换能器安装在所述第一治疗头的内部;

所述第二超声发射装置包括第二控制单元、分别与所述第二控制单元连接的

第二驱动单元和第二功率发生单元、第二治疗头以及第二超声换能器,所述第二超声换能器与所述第二功率发生单元连接,所述第二超声换能器安装在所述第二治疗头的内部;

所述第一控制单元控制所述第一功率发生单元与所述第一治疗头发射连续超声波;

所述第二控制单元控制所述第二功率发生单元与所述第二治疗头发射脉冲超声波;

所述第一治疗头与所述第二治疗头以一定的夹角设置,所述第一治疗头与所述第二治疗头以一定的夹角设置为所述第一治疗头与所述第二治疗头共焦且垂直设置;

所述数据采集装置包括存储模块、与所述存储模块连接的用于采集图像信息的图像采集模块和声信号接收模块;

所述数据采集装置与所述上位机连接;

所述上位机与所述第一控制单元和所述第二控制单元连接,用于对聚焦区域返回的回波以及所述图像采集模块采集的图像信息进行处理得到聚焦超声消融系统的实际消融面积,并根据所述实际消融面积向所述第一控制单元和所述第二控制单元发出指令,以对所述第一超声换能器和所述第二超声换能器的工作状态进行控制;

所述第一驱动单元至少包括三轴机械运动机构,所述三轴机械运动机构用于驱动所述第一治疗头在X、Y、Z方向进行直线运动;所述第二驱动单元至少包括三轴机械运动机构,所述三轴机械运动机构用于驱动所述第二治疗头在X、Y、Z方向进行直线运动。

2. 根据权利要求1所述的聚焦超声消融系统,其特征在于,所述第一超声换能器与所述第二超声换能器共焦设置;所述第一超声换能器的声束轴与所述第二超声换能器的声束轴垂直。

3. 根据权利要求2所述的聚焦超声消融系统,其特征在于,所述声信号接收模块与所述第一超声换能器和所述第二超声换能器共焦设置,所述声信号接收模块的声束轴与所述第一超声换能器的声束轴或所述第二超声换能器的声束轴垂直;所述声信号接收模块、所述第一超声换能器以及所述第二超声换能器的焦点作用在目标组织的上的区域为聚焦区域。

4. 根据权利要求3所述的聚焦超声消融系统,其特征在于,所述声信号接收模块包括平面压电换能器;所述声信号接收模块用于接收聚焦区域的声发射和声散射信息,所述存储模块用于记录所述聚焦区域返回的回波。

5. 根据权利要求4所述的聚焦超声消融系统,其特征在于,所述聚焦超声消融系统还包括通信模块,所述第一控制单元和所述第二控制单元通过所述通信模块与所述上位机连接。

6. 根据权利要求1所述的聚焦超声消融系统,其特征在于,存储模块和所述图像采集模块设置在所述第一治疗头的内部或者设置在所述第二治疗头的内部。

7.一种聚焦超声消融系统的控制方法,应用于如权利要求1-6任一项所述的聚焦超声消融系统,其特征在于,包括:

通过控制单元控制驱动单元驱动不同工作频率的第一超声发射装置的第一治疗头与第二超声发射装置的第二治疗头共焦且垂直设置;

通过上位机控制声信号接收模块与所述第一治疗头和所述第二治疗头共焦且垂直设置,并通过所述上位机对聚焦区域返回的回波以及所述图像采集模块采集的图像信息进行处理得到所述聚焦超声消融系统的实际消融面积,根据所述实际消融面积向所述第一控制单元和所述第二控制单元发出指令,以对所述第一超声换能器和所述第二超声换能器的工作状态进行控制;

通过所述控制单元控制所述第一治疗头发射连续超声波,控制所述第二治疗头发射脉冲超声波;

所述驱动单元包括第一驱动单元和第二驱动单元,所述第一驱动单元至少包括三轴机械运动机构,所述三轴机械运动机构用于驱动所述第一治疗头在X、Y、Z方向进行直线运动;所述第二驱动单元至少包括三轴机械运动机构,所述三轴机械运动机构用于驱动所述第二治疗头在X、Y、Z方向进行直线运动。

一种聚焦超声消融系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及医学治疗仪器领域,特别是涉及一种聚焦超声消融系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 高强度聚焦超声作为新兴的微无创治疗肿瘤的新技术,临床应用已近十余年,对于肝癌、乳腺癌、胰腺癌、前列腺癌等恶性肿瘤、子宫肌瘤等良性肿瘤以及子宫腺肌病等非肿瘤疾病的治疗已经较为成熟,提高其治疗效率及安全性也成为当前研究热点。临床多应用连续波高强度聚焦超声一次性消融肿瘤,以热效应为主,而高强度聚焦超声临床治疗的并发症以热损伤最为常见。脉冲波高强度聚焦超声间歇性的输出能量,主要通过空化、机械效应等非热效应破坏组织;但对于体积较大的肿瘤,治疗时间过长,有效的增效方式可提高消融率、缩短治疗时间,且现有的脉冲波高强度聚焦超声无法实时反馈实际消融面积,现有的聚焦超声消融系统无法根据实时反馈实际消融面积对治疗头的超声换能器的工作参数进行调整。

发明内容

[0003] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种聚焦超声消融系统,用于解决现有技术中的聚焦超声消融系统无法实时反馈实际消融面积、无法根据实时反馈实际消融面积对治疗头的超声换能器的工作参数进行调整的问题。

[0004] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种聚焦超声消融系统,包括第一超声发射装置、第二超声发射装置、数据采集装置以及上位机;其中,所述第一超声发射装置包括第一控制单元、分别与所述第一控制单元连接的第一驱动单元和第一功率发生单元、第一治疗头以及第一超声换能器,所述第一超声换能器与所述第一功率发生单元连接,所述第一超声换能器安装在所述第一治疗头的内部;所述第二超声发射装置包括第二控制单元、分别与所述第二控制单元连接的第二驱动单元和第二功率发生单元、第二治疗头以及第二超声换能器,所述第二超声换能器与所述第二功率发生单元连接,所述第二超声换能器安装在所述第二治疗头的内部;所述第一治疗头与所述第二治疗头以一定的夹角设置;所述数据采集装置包括存储模块、与所述存储模块连接的用于采集图像信息的图像采集模块和声信号接收模块;所述数据采集装置与所述上位机连接;所述上位机与所述第一控制单元和所述第二控制单元连接。

[0005] 可选的,所述第一超声换能器与所述第二超声换能器共焦设置;所述第一超声换能器的声束轴与所述第二超声换能器的声束轴垂直。

[0006] 可选的,所述声信号接收模块与所述第一超声换能器所述第二超声换能器共焦设置,所述声信号接收模块的声束轴与所述第一超声换能器的声束轴或所述第二超声换能器的声束轴垂直;所述声信号接收模块、所述第一超声换能器以及所述第二超声换能器的焦点作用在目标组织的上的区域为聚焦区域。

[0007] 可选的,所述声信号接收模块包括平面压电换能器;所述声信号接收模块包括平面压电换能器;所述声信号接收模块用于接受聚焦区域的声发射和声散射信息,所述存储模块用于记录所述聚焦区域返回的所述回波,所述上位机对所述回波以及所述图像采集模块采集的图像信息进行处理得到所述聚焦超声消融系统的实际消融面积。

[0008] 可选的,所述聚焦超声消融系统还包括通信模块,所述第一控制单元和所述第二控制单元通过所述通信模块与所述上位机连接,所述上位机根据所述实际消融面积向所述第一控制单元和所述第二控制单元发出指令,以对所述第一超声换能器和所述第二超声换能器的工作状态进行控制。

[0009] 可选的,存储模块所述图像采集模块设置在所述第一治疗头的内部或者设置在所述第二治疗头的内部。

[0010] 可选的,所述第一控制单元控制所述第一功率发生单元与所述第一超声控制单元发射连续超声波;所述第二控制单元控制所述第二功率发生单元与所述第二超声控制单元发射脉冲超声波。

[0011] 可选的,所述第一驱动单元至少包括三轴机械运动机构,所述三轴机械运动机构用于驱动所述第一治疗头在X、Y、Z方向进行直线运动。所述第二驱动单元至少包括三轴机械运动机构,所述三轴机械运动机构用于驱动所述第二治疗头在X、Y、Z方向进行直线运动。

[0012] 本发明还提供一种聚焦超声消融系统的控制方法,包括通过控制单元控制驱动单元驱动不同工作频率的第一超声发射装置的第一治疗头与第二超声发射装置的第二治疗头共焦且垂直设置;通过上位机控制声信号接收模块与所述第一治疗头和所述第二治疗头共焦且垂直设置。

[0013] 可选的,所述聚焦超声消融系统的控制方法还包括通过所述控制单元控制所述第一治疗头发射连续超声波,控制所述第二治疗头发射脉冲超声波。

[0014] 如上所述,本发明的聚焦超声消融系统,通过第一超声换能器以及第二超声换能器向目标组织发射超声波对所述目标组织的病灶区域进行消融处理;通过B超探头实时获得目标组织的病灶区域的图像的灰度变化;上位机通过对存储模块的采集结果进行分析得到实际消融面积;上位机根据实时的病灶区域的图像的灰度变化以及实际消融面积对各个超声换能器的工作参数进行调整避免了对目标组织的正常区域的破坏,提高了治疗效率及治疗安全性。

附图说明

[0015] 图1显示为本发明的一种聚焦超声消融系统的结构框图。

[0016] 图2显示为本发明的一种聚焦超声消融系统的结构示意图。

[0017] 元件标号说明

[0018] 第一超声发射装置10、第一控制单元11、第一驱动单元12、第一功率发生单元13、第一治疗头14、第一超声换能器141、第一电源15、第二超声发射装置20、第二控制单元21、第二驱动单元22、第二功率发生单元23、第二治疗头24、第二超声换能器241、第二电源25、数据采集装置30、上位机31、存储模块32、图像采集模块33、声信号接收模块34

具体实施方式

[0019] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。需说明的是,在不冲突的情况下,以下实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0020] 需要说明的是,以下实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,遂图式中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制,其实际实施时各组件的型态、数量及比例可为一种随意的改变,且其组件布局型态也可能更为复杂。

[0021] 请参阅图1-2,为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种聚焦超声消融系统,包括第一超声发射装置10、第二超声发射装置、数据采集装置30以及上位机31;其中,所述第一超声发射装置10包括第一控制单元11、分别与所述第一控制单元11连接的第一驱动单元12和第一功率发生单元13、第一治疗头14以及第一超声换能器141,所述第一超声换能器141与所述第一功率发生单元13连接,所述第一超声换能器141安装在所述第一治疗头14的内部;所述第二超声发射装置包括第二控制单元21、分别于所述第二控制单元21连接的第二驱动单元22和第二功率发生单元23、第二治疗头24以及第二超声换能器241,所述第二超声换能器241与所述第二功率发生单元23连接,所述第二超声换能器241安装在所述第二治疗头24的内部;所述第一治疗头14与所述第二治疗头24以一定的夹角设置;所述数据采集装置30包括存储模块32、与所述存储模块32连接的用于采集图像信息的图像采集模块33和声信号接收模块34;所述数据采集装置30与所述上位机31连接;所述上位机31与所述第一控制单元11和所述第二控制单元21连接。

[0022] 可以理解的,第一治疗头14以及第二治疗头24内部至少包括一个安装孔用于安装超声换能器,各个治疗头由一个凹球面基座以及至少一换能器基元组成。

[0023] 在某些实施方式中,所述第一超声换能器141与所述第二超声换能器241共焦设置;所述第一超声换能器141的声束轴与所述第二超声换能器241的声束轴垂直。

[0024] 在某些实施方式中,所述声信号接收模块34与所述第一超声换能器141所述第二超声换能器241共焦设置,所述声信号接收模块34的声束轴与所述第一超声换能器141的声束轴或所述第二超声换能器241的声束轴垂直;所述声信号接收模块34、所述第一超声换能器141以及所述第二超声换能器241的焦点作用在目标组织的上的区域为聚焦区域。

[0025] 在某些实施方式中,所述声信号接收模块34包括平面压电换能器;所述声信号接收模块34包括平面压电换能器;所述声信号接收模块用于接受聚焦区域的声发射和声散射信息,,所述存储模块32用于记录所述聚焦区域返回的所述回波,所述上位机31对所述回波以及所述图像采集模块33采集的图像信息进行处理得到所述聚焦超声消融系统的实际消融面积。

[0026] 在某些实施方式中,所述图像采集模块33可以是B超探头,具体的,上位机31可以对所述回波以及B超探头采集的B超图像上的灰度变化进行处理得到所述聚焦超声消融系统的实际消融面积。

[0027] 在某些实施方式中,所述聚焦超声消融系统还包括通信模块,所述第一控制单元

11和所述第二控制单元21通过所述通信模块与所述上位机31连接,所述上位机31根据所述实际消融面积向所述第一控制单元11和所述第二控制单元21发出指令,以对所述第一超声换能器141和所述第二超声换能器241的工作状态进行控制。

[0028] 可以理解的,对第一超声换能器141和第二超声换能器241的工作状态进行控制包括对各个换能器的辐照时间以及声功率进行控制,在此不做具体限定。

[0029] 在某些实施方式中,存储模块32所述图像采集模块33设置在所述第一治疗头14的内部或者设置在所述第二治疗头24的内部。可以理解的,图像采集装置可以是用于采集B超图像的B超探头,在此不做限定。

[0030] 可以理解的平面压电换能器用于发射或接受平面波,存储模块32包括数据采集卡,平面压电换能器的作用是接受超声回波,数据采集卡对接受的平面波进行采集再到上位机31进行分析。超声波作用于液体媒质时,液体媒质中的微小泡核在超声波的作用下被激活,表现为泡核的振荡生长压缩和崩溃等一系列过程,会引发高温高压以及冲击波,称为声空化,空化的发生在频谱上表现出丰富的声信息:基频、谐波、次谐波、超谐波和宽带噪声,宽带噪声可以作为发生声空化的一个指标,基于气泡声发射和声散射信息的检测主要分为主动空化检测(active cavitation detection,ACD)和被动空化检测(passive cavitation detection,PCD)。本发明所用的平面压电换能器就相当于一个用于接受焦域处的声信息的被动空化检测探头,用数据采集卡进行存储,在上位机进行处理分析。平面压电换能器的自动实时判断优于放射科医师判断,并且空化反馈控制可以优化聚焦超声消融系统的治疗。在某些实施方式中,发生空化的标准其到达时间超过对应于聚焦超声消融系统焦点的时间延迟,并且信号幅度超过背景噪声的最大幅度的 $\sqrt{5}$ 倍。本发明可以通过B超图像上的灰度变化以及平面压电换能器检测到声信号的实时反馈,在线预测聚焦超声消融系统的消融面积,来优化聚焦超声消融系统治疗,可以提高聚焦超声消融系统治疗的安全性和可控性。

[0031] 在某些实施方式中,所述第一控制单元11控制所述第一功率发生单元13与所述第一超声控制单元发射连续超声波;所述第二控制单元21控制所述第二功率发生单元23与所述第二超声控制单元发射脉冲超声波。

[0032] 可以理解的,第一超声换能器141与所述第二超声换能器241共焦垂直设置,可以使得焦点区域的重叠最大化,在对目标组织进行消融处理时,可以得到更有效的消融面积,所述B超探头设置在所述第一治疗头14的内部或者设置在所述第二治疗头24的内部可以得到视线内遮挡最小的聚焦区域,便于操作者通过上位机31实时观察目标组织上聚焦区域的组织变化,以及根据聚焦区域的组织的实施变化调整各个治疗头的超声换能器的部分工作参数。

[0033] 在某些实施方式中,所述第一驱动单元12至少包括三轴机械运动机构,所述三轴机械运动机构用于驱动所述第一治疗头14在X、Y、Z方向进行直线运动.;所述第二驱动单元22至少包括三轴机械运动机构,所述三轴机械运动机构用于驱动所述第二治疗头24在X、Y、Z方向进行直线运动。

[0034] 可以理解的,上述三轴机械运动机构用于根据各个换能器的焦距控制各个换能器进行对焦操作,以便所述第一超声换能器141、第二超声换能器241以及所述声信号接收模块34两两垂直并共焦操作。

[0035] 在某些实施方式中,第一超声换能器141的工作频率与第二超声换能器241的工作频率不相等,诸如第一超声换能器141的工作频率为978kHz第二超声换能器241的工作频率为429.5kHz,第一超声换能器141以及第二超声换能器241具有相同焦距且焦距诸如皆为170mm,第一治疗头14以及第二治疗头24分别包括直径为220mm凹球面基座,两个聚焦超声换能器的声束轴呈90°共焦固定,上述参数只是作为一实施例来说明本发明的技术方案,在实际应用中可以根据具体需要进行选择,在此不作为限定依据。

[0036] 在某些实施方式中,第一超声换能器141的声功率为30w,辐照时间为60s,占空比为100%;第二超声换能器241的声功率为150w、400w、600w,辐照时间为60s,占空比为4%;声信号接收模块34与第一超声换能器141和第二超声换能器241共焦垂直放置,且焦距为40mm。

[0037] 在某些实施方式中,本发明的聚焦超声消融系统还包括电源模块请参阅图2,电源模块包括第一超声发射装置10的第一电源15、第二超声发射装置的第二电源25以及数据采集装置30中的电源。通过电源模块控制第一超声换能器141以及第二超声换能器241同时辐照目标组织,使存储模块32记录焦域处发出的声信号即回波信号,并通过上位机31对回波信号进行快速傅里叶变换得到其频谱;上位机31根据频谱图选择瞬态空化的特征信号,对特征信号以及所述图像采集模块33采集的图像信息进行处理并结合B超声像图上的灰度变化得到各辐照条件下实际消融面积。

[0038] 在某些实施方式中,所述图像采集模块33可以是B超探头,具体的,上位机31可以对特征信号以及B超探头采集的B超图像上的灰度变化进行处理得到所述聚焦超声消融系统的得到各辐照条件下实际消融面积。

[0039] 本发明还提供一种聚焦超声消融系统的控制方法,包括通过控制单元控制驱动单元驱动不同工作频率的第一超声发射装置10的第一治疗头14与第二超声发射装置20的第二治疗头24共焦且垂直设置;通过上位机31控制声信号接收模块34与所述第一治疗头14和所述第二治疗头24共焦且垂直设置。

[0040] 在某些实施方式中,所述聚焦超声消融系统的控制方法还包括通过所述控制单元控制所述第一治疗头14发射连续超声波,控制所述第二治疗头24发射脉冲超声波。

[0041] 如上所述,本发明的聚焦超声消融系统,通过第一超声换能器141以及第二超声换能器241向目标组织发射超声波对所述目标组织的病灶区域进行消融处理;通过B超探头实时获得目标组织的病灶区域的图像的灰度变化联合上位机31通过对存储模块32的采集结果进行分析得到实际消融面积;上位机31根据实时的实际消融面积对各个超声换能器的工作参数进行调整避免了对目标组织的正常区域的破坏,提高了治疗效率及治疗安全性。

[0042] 本实施例提供的第一超声发射装置10、第二超声发射装置20以及上位机皆为电子终端,各个电子终端包括处理器、存储器、收发器和通信接口,存储器和通信接口与处理器和收发器连接并完成相互间的通信,存储器用于存储计算机程序,通信接口用于进行通信,处理器和收发器用于运行计算机程序,使电子终端执行如上方法的各个步骤。

[0043] 在本实施例中,存储器以及存储模块可能包含随机存取存储器(Random Access Memory,简称RAM),也可能还包括非易失性存储器(non-volatile memory),例如至少一个磁盘存储器。

[0044] 上述的处理器可以是通用处理器,包括中央处理器(Central Processing Unit,

简称CPU)、网络处理器(Network Processor,简称NP)等;还可以是数字信号处理器(Digital Signal Processing,简称DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,简称ASIC)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,简称FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。

[0045] 还需要说明的是,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。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。

[0046] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

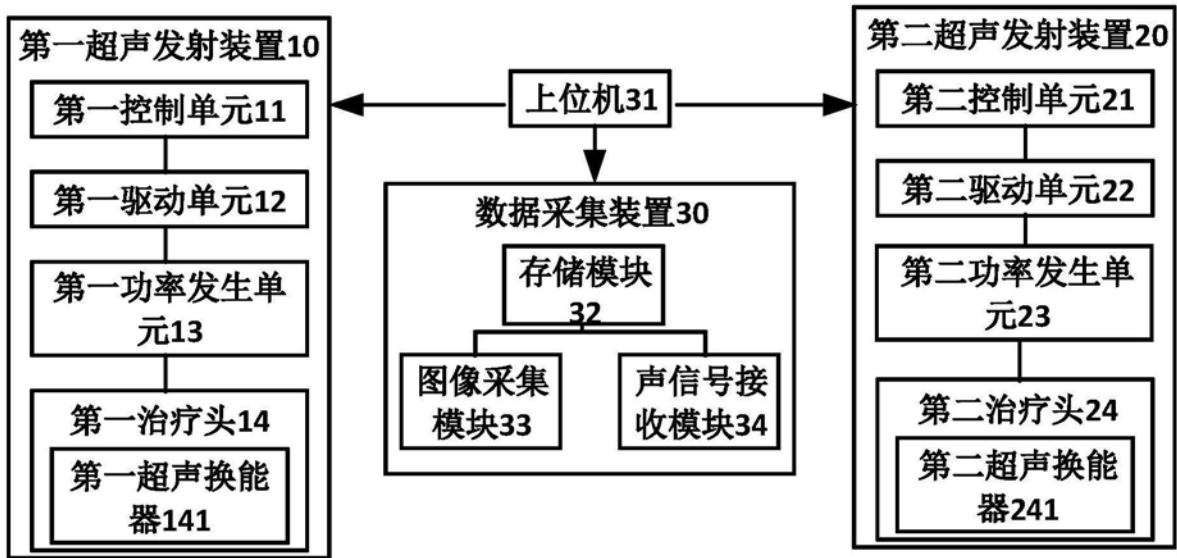


图1

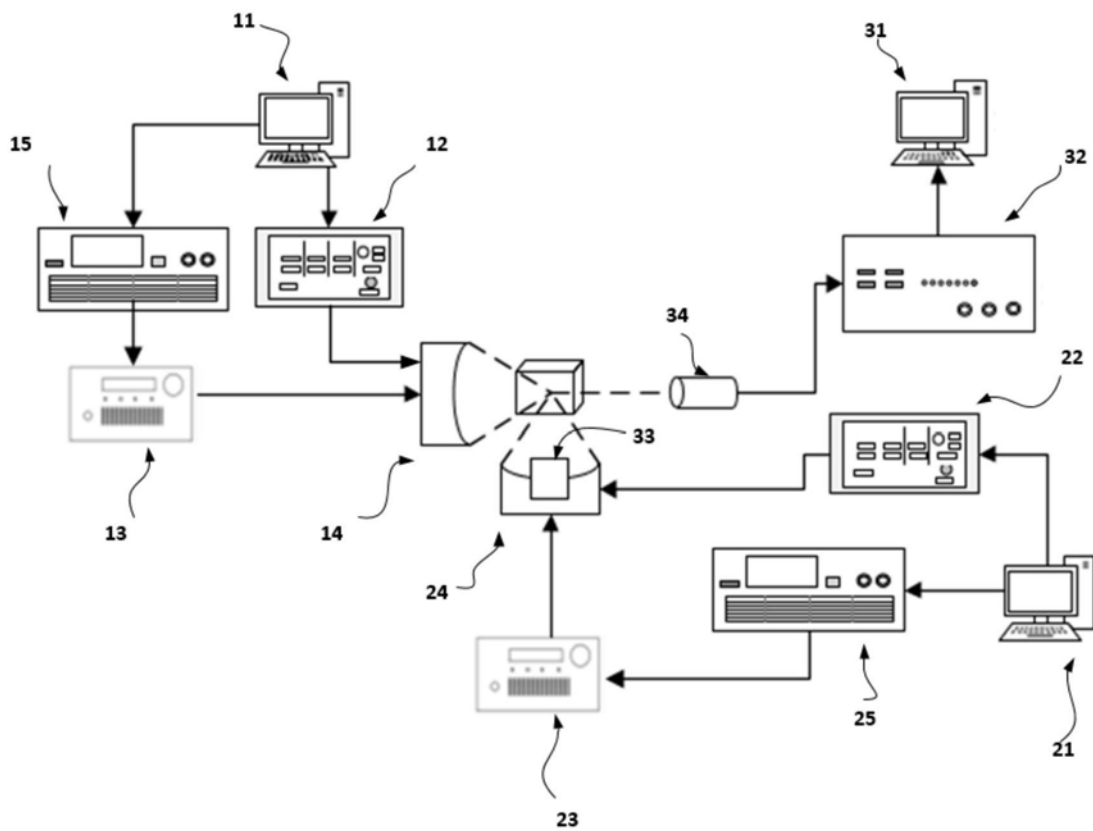


图2