



## (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208973906 U

(45)授权公告日 2019.06.14

(21)申请号 201820998053.0

(22)申请日 2018.06.27

(73)专利权人 中国计量大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区  
学源街258号

(72)发明人 兰庆 王月兵 曹永刚 叶晓同

(74) 专利代理机构 杭州奥创知识产权代理有限公司 33272

代理人 王佳健

(51) Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

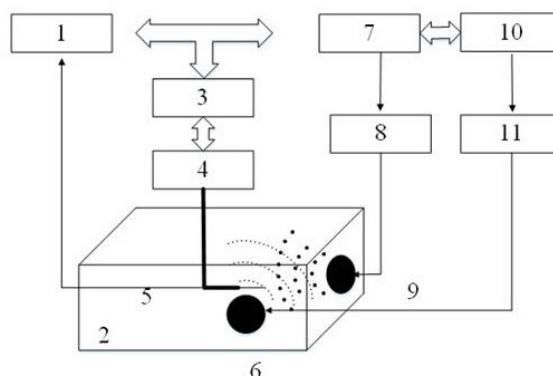
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)实用新型名称

# 一种超声造影剂空化泡群共振状态测量装置

(57)摘要

本实用新型涉及一种超声造影剂空化泡群共振状态测量装置。本实用新型中的两个聚焦换能器固定在水槽相邻的两侧,水听器安装在高精度三维超声扫描控制机构上,由程控计算机控制水听器运动,采集不同位置的信号;水听器作为声波接收端与数字示波器相连,两个聚焦换能器分别连着各自的功率放大器,功率放大器连着信号发生器,每个信号发生器的触发信号作为同步信号均接入到数字示波器,数字示波器与程控计算机相连,对信号进行读取和存储。本实用新型将有助于通过准确的监测超声造影剂泡群的共振状态,在焦域中产生超声治疗所需要的高声压,减少高强度聚焦声波在含微气泡液体中传播时的衰减和色散。



1. 一种超声造影剂空化泡群共振状态测量装置,包括信号发生器、功率放大器、聚焦换能器、高精度三维超声扫描控制机构、探针水听器、数字示波器、程控计算机,其特征在于:两个聚焦换能器固定在水槽相邻的两侧,水听器安装在高精度三维超声扫描控制机构上,由程控计算机控制水听器运动,采集不同位置的信号;水听器作为声波接收端与数字示波器相连,两个聚焦换能器分别连着各自的功率放大器,功率放大器连着信号发生器,每个信号发生器的触发信号作为同步信号均接入到数字示波器,数字示波器与程控计算机相连,对信号进行读取和存储。

2. 根据权利要求1所述的一种超声造影剂空化泡群共振状态测量装置,其特征在于:所述的两个信号发生器采用的是具备同时发送双通道信号功能,且可实现同相位操作的普源精电DG4062信号发生器。

3. 根据权利要求1所述的一种超声造影剂空化泡群共振状态测量装置,其特征在于:所述的聚焦换能器中的一个直径为900mm,谐振频率为990kHz,聚焦距离为105mm的球壳型聚焦换能器,另一个是直径为500mm,谐振频率为100kHz,聚焦距离为50mm的聚焦换能器,两个聚焦换能器的焦域相对。

4. 根据权利要求1所述的一种超声造影剂空化泡群共振状态测量装置,其特征在于:所述的水听器采用的是探针水听器。

5. 根据权利要求1所述的一种超声造影剂空化泡群共振状态测量装置,其特征在于:所述的放大器中的一个为国产的JYH-200中频功率放大器;另一个是进口的RPR-400功率放大器。

6. 根据权利要求1所述的一种超声造影剂空化泡群共振状态测量装置,其特征在于:所述的示波器采用的是普源精电的DS2102双通道示波器。

7. 根据权利要求1所述的一种超声造影剂空化泡群共振状态测量装置,其特征在于:所述的高精度三维超声扫描控制机构的有效控制步进精度为0.02mm。

## 一种超声造影剂空化泡群共振状态测量装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于超声空化和声学技术领域的结合,具体涉及一种超声造影剂空化泡群共振状态测量装置。

### 背景技术

[0002] 近年来在临床医学超声诊断与生物组织成像的领域中,微泡型超声造影剂受到越来越多的关注,超声技术也被应用到多种治疗设备中,国内外大量的研究成果表明,利用声波激励微气泡时所产生的非线性振动和稳态空化,可以提高超声治疗的效率、实施血管内溶栓治疗,而通过微纳气泡携带治疗药物或基因,使用超声作为介导手段,能够进行抗肿瘤药物靶向递送、基因定位转染或递送等方面的治疗,因此,将微气泡和超声结合起来进行一些重大疾病的治疗已成为国内外医学界所关注的热点之一。

[0003] 当液体介质中含有大量气泡时,入射声波和微气泡振动是一个相互影响的过程,微气泡的存在改变了介质的物理特性,增加了介质的散射、吸收和非线性系数。同时在焦域附近,泡群共振对焦域中声压分布将产生较大影响,会导致泡群中微气泡产生剧烈的非线性振动及空化。为了减少高强度聚焦声波在含气泡液体中传播时的衰减和色散,通过高频聚焦脉冲在焦域中形成稳态空化泡群,进而使用低频聚焦超声激发泡群共振,在焦点处可以形成粉碎结石所需要的高声压。为研究激发泡群共振时所需要的声场条件,分析在共振状态下泡群内部声压分布和微气泡振动规律,获得共振条件下泡群内部声压分布规律及与激励声压幅度、频率之间的关系,所获得的焦域声压分布会影响对治疗机理和治疗效果的判断,所以搭建一套超声造影剂微泡空化泡群共振状态测量系统显得尤为重要。

### 发明内容

[0004] 本实用新型针对现有技术的不足,提供了一种超声造影剂空化泡群共振状态测量装置。

[0005] 本实用新型的技术解决方案为:

[0006] 本实用新型包括信号发生器、功率放大器、聚焦换能器、高精度三维超声扫描控制机构、探头水听器、数字示波器、程控计算机等。其中,两个聚焦换能器固定在水槽相邻的两侧,避免了同时移动换能器和水听器时,导致三者的声轴达不到共轴的状态,水听器安装在高精度三维超声扫描控制机构上,由程控计算机控制水听器运动,采集不同位置的信号,水听器作为声波接收端与数字示波器相连,两个换能器分别连着两个功率放大器,再连着两个信号发生器,信号发生器的触发信号作为同步信号接入到数字示波器,数字示波器与程控计算机相连,对信号进行读取和存储。

[0007] 进一步说,所述的两个信号发生器采用的是具备可以同时发送双通道信号功能的普源精电DG4062信号发生器,并可实现同相位操作的信号发生器。

[0008] 进一步说,所述的换能器采用的一个是直径为900mm,谐振频率为990kHz,聚焦距离为105mm的球壳型换能器,另一个是直径为500mm,谐振频率为100kHz,聚焦距离为50mm的

聚焦换能器,两个换能器固定在水槽的两端,二者的焦域相对着,避免了同时移动换能器和水听器时,导致三者达不到共声轴的状态。

[0009] 进一步说,所述的水听器采用的是探针水听器,满足实验需求。

[0010] 进一步说,所述的放大器是采用的一个是国产的JYH-200中频功率放大器,可放大频率低于400kHz的换能器;一个是进口的RPR-400功率放大器,最高功率输出达8KW,满足实验需求。

[0011] 进一步说,所述的示波器采用的是普源精电的DS2102双通道示波器,它具备波形触发、内存读取、存储功能,实时采样率最高达2GSa/s,带宽达到200MHz,并具有串口通信,可直接与程控计算机相连,可同时接收两个换能器发射的信号。

[0012] 进一步说,所述的高精度三维超声扫描控制机构,其系统最小的有效控制步进精度为0.02mm,可实现水下三维运动,并可准确实现水下定位。

[0013] 本实用新型的有益效果:由于超声造影剂的价格一般比较昂贵,所以实验的区域选择在由亚克力板定制的小水槽中,水槽的尺寸(水槽的尺寸设计为20cm×20cm×40cm)是经过计算实验区域后设计的,即保证了超声造影剂的浓度不至于太低,避免了超声造影剂的浪费,也保证了水听器可以在水槽内移动,以便找到空化焦域。另外,水槽上两个相连端设有两个孔,用来固定换能器,避免了同时移动换能器和水听器时,三者达不到共声轴的状态。水听器安装在高精度三维超声扫描控制机构上,由程控计算机控制水听器运动,以便找到准确的声场空化区域,本测量装置的设计适用于水介质及多种超声造影剂空化泡群共振状态的测量。

## 附图说明

[0014] 图1 本实用新型测量装置示意图。

[0015] 图2输出脉冲信号暂态稳态示意图。

[0016] 图中:1、数字示波器,2、水槽,3、程控计算机,4、高精度三维超声扫描控制机构,5、探针水听器,6、聚焦换能器b,7、信号发生器a,8、功率放大器a,9、聚焦换能器a,10、信号发生器b,11、功率放大器b。

## 具体实施方式

[0017] 下面结合附图对本实用新型作进一步的说明。

[0018] 本实用新型的测量原理:在水介质中加入超声造影剂后,首先用高频换能器激励泡群,泡群会因为受到声场的作用产生稳态空化,从而导致测量声波幅值发生变化(从示波器上可观察波形的振动情况),然后用低频换能器激励泡群达到共振状态,此时的声波幅值会发生明显变化(信号剧烈的抖动),所以可通过测量声波幅值变化得到泡群是否达到共振状态。

[0019] 如图1所示,首先在水槽2中加入经溶氧脱氧处理过的除气水,然后将配置好的超声造影剂混悬液(SonoVue)加入到水介质中。信号发生器a 7产生的猝发正弦脉冲信号作为同步信号接入数字示波器1的外部触发,用于捕获声压波形和计算聚焦换能器a 9和探针水听器5之间的距离,同时利用信号发生器1产生的30个周期、中心频率为990kHz的连续信号通过功率放大器8(频率范围0.5MHz~45MHz,增益50dB)激励聚焦换能器a 9(中心频率为

990kHz,直径为900mm)发射声波,在水槽中形成辐射声场,探针水听器5作为接收器件将接收到声信号转化为电信号,在数字示波器1上进行显示。探针水听器5安装在高精度三维超声扫描控制机构4上,由程控计算机3控制探针水听器5运动,寻找声场空化焦域(尽量保证换能器和水听器共声轴,以增加系统的接收灵敏度,提高对微弱信号的接收能力),然后设置参数观察数字示波器1上的信号变化情况,在声波达到空化临界值后,再用信号发生器10通过功率放大器b 11激励聚焦换能器b 6发射信号,观察空化泡群的共振情况,然后将两个信号发生器的信号作同相位处理,在数字示波器上得到空化焦域的声场信号,并通过程控计算机3里LABVIEW程序串口对数字示波器1上的信号进行读取和存储,得到空化焦域的声场数值,通过对信号的处理,得到不同情况下的空化泡群的共振特性。

#### [0020] (1) 信号激励部分

[0021] 由于实验过程中需要为示波器提供与发射信号同步的触发信号,用于捕获声压波形和计算发射波和接收波之间的时延,故选用的信号发生器为普源精电的DG4062双通道信号发生器,它具备双通道可以同时发送信号的功能,满足实验的要求。但是信号发生器的激励电压幅度有限,不足以激励换能器产生空化现象,因此需要对其进行放大。实验选用国产的JYH-200中频功率放大器,对低频换能器进行激励;还选用RITEC的RPR-4000信号的功率放大器对高频换能器进行激励,它具有自发自收、门限激励、漏电保护等功能,最高功率输出达8KW,满足实验要求。同时为了达到空化气泡共振状态,使用两个型号一样的信号发生器(进行同相位操作)激励两个换能器。发射信号时为了保护换能器的同时避免产生混响场,激励信号一般采用猝发正弦脉冲信号,它既有脉冲信号性质又有稳定状态,可以在反射信号到来之前完成数据采集,避免形成混响场。

#### [0022] (2) 数据采集部分

[0023] 数据采集部分包括数字示波器和程控计算机两个部分。数字示波器选用的是普源精电的DS2102双通道示波器,它具备波形触发、内存读取、存储功能,实时采样率最高达2GSa/s,带宽达到200MHz,并具有串口通信,可通过软件编程来实现示波器的参数设置、状态查询和读取数据等,满足实验需求,数字示波器作为中转部件将探针水听器接收的信号传输给程控计算机,在计算机上进行显示和存储。

[0024] 当正弦脉冲激励换能器时,换能器被驱动,开始阶段需要一段时间才能达到稳定的工作状态,当激励信号结束后,换能器还需要进行一段时间的阻尼振动。因此输出的脉冲信号的前部和尾部会有暂态现象出现。如图2所示。诸如有效声压、声工作频率等参数都是按换能器稳态工作状态时定义的,因此信号的暂态部分不可用且激励脉冲的宽度不能小于暂态过程,根据实际情况,实验给了30个周期信号,采集信号时读取稳态部分的周期信号(减小信号的不稳定性),然后通过对波形的处理得到声波幅值,进而分析出空化泡群共振特性。

#### [0025] (3) 运动控制部分

[0026] 实验中的运动控制部分主要是由计算机里面的LABVIEW程序控制着高精度三维扫描运动控制机构里的步进电机运动,步进电机作为运动的执行机构,接收计算机通过发送的脉冲信号,并将接收的电脉冲转换为自身的角位移,从而带动探针水听器在水槽中进行运动,完成各点信号的采集。

[0027] 综上,该测量装置的搭建,适合对不同种类的超声造影剂微泡进行测量,水槽上的

两个换能器即可以单独工作也可以同时工作,从而更好的达到空化泡群共振状态。水槽的尺寸设计即保证了探针水听器可以在水槽内进行三维运动,以便找到泡群空化焦域,也保证了超声造影剂的浓度不至于太低,减小了微泡向实验区域外进行扩散,使得微泡在实验测量区域内充分发挥作用,避免了超声造影剂的浪费,该测量装置的设计,将有助于通过准确的监测超声造影剂泡群的共振状态,在焦域中产生超声治疗所需要的高声压,减少高强度聚焦声波在含微气泡液体中传播时的衰减和色散,这对超声医疗检测行业和实验测量方面有着非常重要的意义。

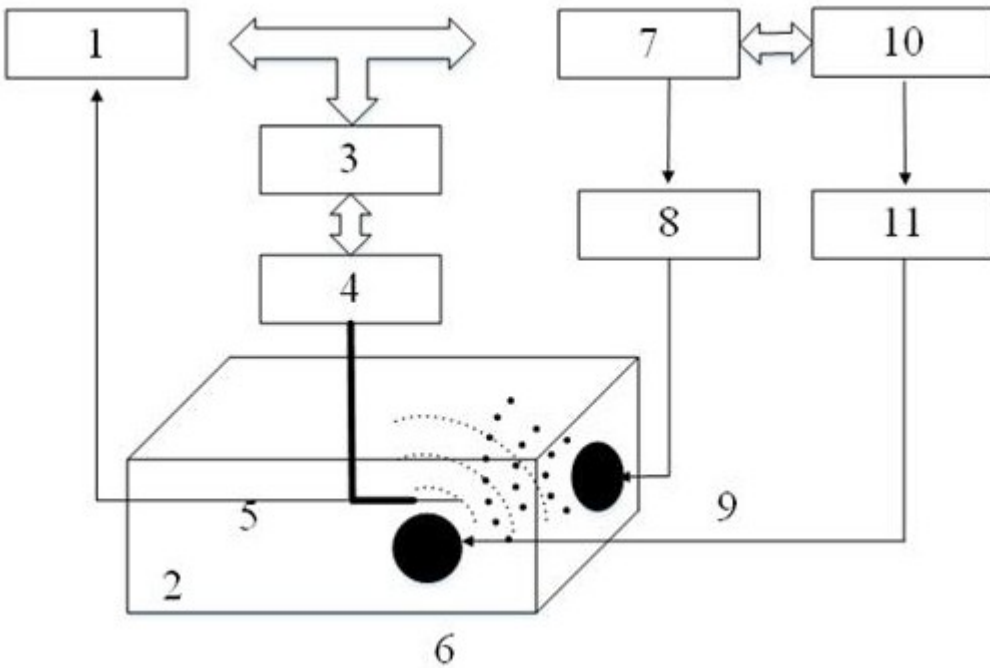


图 1

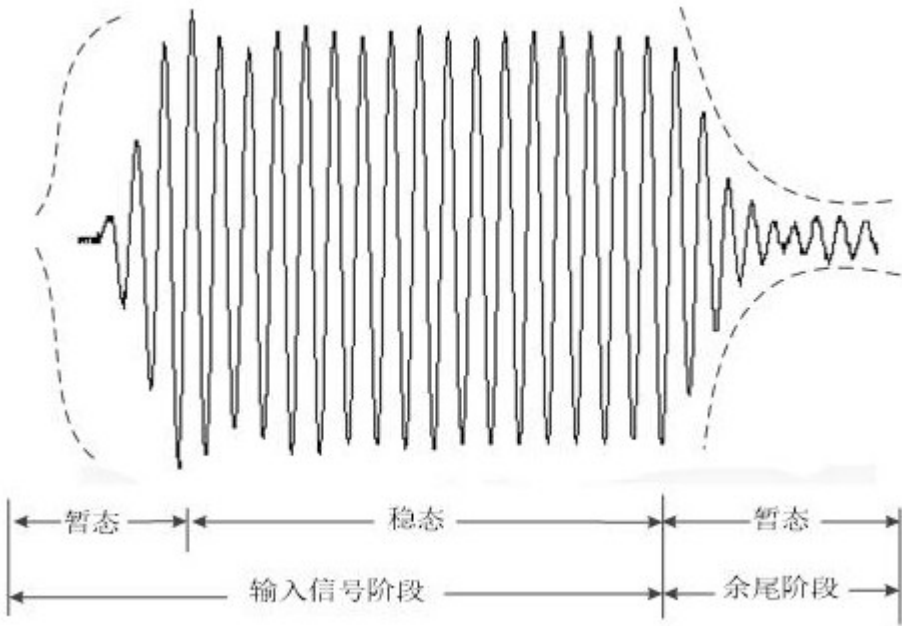


图 2

专利名称(译)	一种超声造影剂空化泡群共振状态测量装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN208973906U</a>	公开(公告)日	2019-06-14
申请号	CN201820998053.0	申请日	2018-06-27
[标]申请(专利权)人(译)	中国计量大学		
申请(专利权)人(译)	中国计量大学		
当前申请(专利权)人(译)	中国计量大学		
[标]发明人	兰庆 王月兵 曹永刚 叶晓同		
发明人	兰庆 王月兵 曹永刚 叶晓同		
IPC分类号	A61B8/00		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本实用新型涉及一种超声造影剂空化泡群共振状态测量装置。本实用新型中的两个聚焦换能器固定在水槽相邻的两侧，水听器安装在高精度三维超声扫描控制机构上，由程控计算机控制水听器运动，采集不同位置的信号；水听器作为声波接收端与数字示波器相连，两个聚焦换能器分别连着各自的功率放大器，功率放大器连着信号发生器，每个信号发生器的触发信号作为同步信号均接入到数字示波器，数字示波器与程控计算机相连，对信号进行读取和存储。本实用新型将有助于通过准确的监测超声造影剂泡群的共振状态，在焦域中产生超声治疗所需要的高声压，减少高强度聚焦声波在含微气泡液体中传播时的衰减和色散。

