



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105496455 B

(45)授权公告日 2018.09.28

(21)申请号 201510917338.8

(22)申请日 2015.12.10

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105496455 A

(43)申请公布日 2016.04.20

(73)专利权人 飞依诺科技(苏州)有限公司

地址 215000 江苏省苏州市苏州工业园区

新发路27号A栋5楼、C栋4楼

(72)发明人 陈惠人

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

11332

代理人 孟金喆 胡彬

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

A61N 7/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 1805802 A,2006.07.19,

CN 1073018 A,1993.06.09,

WO 2011142383 A1,2011.11.17,

审查员 余红敏

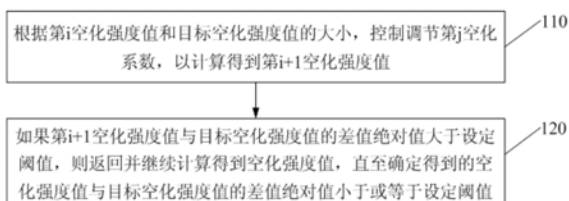
权利要求书2页 说明书10页 附图2页

(54)发明名称

一种超声空化强度的调节方法和装置

(57)摘要

本发明实施例公开了一种超声空化强度的调节方法和装置,该调节方法包括:根据第i空化强度值和目标空化强度值的大小,控制调节第j空化系数,以计算得到第i+1空化强度值;如果第i+1空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值大于设定阈值,则返回并继续计算得到空化强度值,直至确定得到的空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值小于或等于设定阈值。本发明中已知目标空化强度值,并通过调节空化系数以达到将初始的空化强度值调节为目标空化强度值的目的,通过反向映射的方式根据目标空化强度值调节空化系数,该调节方式具有调节过程速度快且调节误差非常小的优点。



1. 一种超声空化强度的调节方法,其特征在于,包括:

根据第*i*空化强度值和目标空化强度值的大小,控制调节第*j*空化系数,以计算得到第*i*+1空化强度值,其中, $i=0,1,2,\dots$ ,以及 $j=1,2,\dots,n$ 且 $7\geq n\geq 2$ ;

如果所述第*i*+1空化强度值与所述目标空化强度值的差值绝对值大于设定阈值,则返回并继续计算得到空化强度值,直至确定得到的所述空化强度值与所述目标空化强度值的差值绝对值小于或等于所述设定阈值。

2. 根据权利要求1所述的调节方法,其特征在于,所述第*j*空化系数包括发射频率系数*k*<sub>1</sub>、脉冲长度系数*k*<sub>2</sub>、脉冲频率系数*k*<sub>3</sub>、脉冲次数系数*k*<sub>4</sub>、扫描线密度系数*k*<sub>5</sub>、感兴趣区大小系数*k*<sub>6</sub>、发射电压系数*k*<sub>7</sub>中的任意一种或多种。

3. 根据权利要求2所述的调节方法,其特征在于,所述空化强度值*Q*的计算公式具体为:

$$Q = f \left( \begin{matrix} \text{Frequency, Pulse Length, PRF, Pulse Times,} \\ \text{Transmit Voltage, Line Density, ROI Size} \end{matrix} \right)$$

$$\approx \frac{1}{2} \times \left( P(\text{Transmit Voltage})^2 / Z \right) \times \text{Pulse Length} \times \text{PRF} \times$$

$$\text{Pulse Times} \times \text{Line Density} \times \text{Frequency}^{-1/2} \times \text{ROI Size}^{-1}$$

其中,Frequency为超声发射频率,Pulse Length为超声发射脉冲长度,PRF为超声发射脉冲重复频率,Pulse Times为超声发射脉冲持续次数,Line Density为超声发射扫描线密度,ROI Size为超声空化爆破感兴趣区大小,Transmit Voltage为超声发射电压。

4. 根据权利要求1或3所述的调节方法,其特征在于,根据第*i*空化强度值和目标空化强度值的大小,控制调节第*j*空化系数,以计算得到第*i*+1空化强度值,包括:

判断所述目标空化强度值是否大于所述第*i*空化强度值;

若是,则控制将所述第*j*空化系数的数值对应调节为按照设定规则设置的第*j*系数值,以计算得到第*i*+1空化强度值;若否,则控制将所述第*j*空化系数的数值对应调节为按照设定规则设置的负的第*j*系数值,以计算得到第*i*+1空化强度值。

5. 根据权利要求4所述的调节方法,其特征在于,所述设定规则包括:后一次调节的所述第*j*系数值是前一次调节的所述第*j*系数值的1/*m*,其中, $m>1$ 。

6. 根据权利要求4所述的调节方法,其特征在于,所述第*j*系数值的绝对值大于或等于0且小于或等于1。

7. 根据权利要求1所述的调节方法,其特征在于,计算得到第*i*+1空化强度值之后,还包括:

计算所述第*i*+1空化强度值与所述目标空化强度值的差值,并判断该差值绝对值是否小于或等于所述设定阈值。

8. 根据权利要求1所述的调节方法,其特征在于,还包括:如果所述第*i*+1空化强度值与所述目标空化强度值的差值绝对值小于或等于所述设定阈值,则控制停止调节所述空化系数。

9. 根据权利要求1所述的调节方法,其特征在于,所述设定阈值为0.001。

10. 一种超声空化强度的调节装置,其特征在于,包括:

空化强度计算模块,用于根据第*i*空化强度值和目标空化强度值的大小,控制调节第*j*空化系数,以计算得到第*i*+1空化强度值,其中, $i=0,1,2,\dots$ ,以及 $j=1,2,\dots,n$ 且 $7\geq n\geq 2$ ;

空化强度确定模块,用于如果所述第 $i+1$ 空化强度值与所述目标空化强度值的差值绝对值大于设定阈值,则返回并继续计算得到空化强度值,直至确定得到的所述空化强度值与所述目标空化强度值的差值绝对值小于或等于所述设定阈值。

## 一种超声空化强度的调节方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明实施例涉及超声发射技术领域,尤其涉及一种超声空化强度的调节方法和装置。

### 背景技术

[0002] 超声设备基于超声波的空化作用,应用在医用超声成像和治疗领域,也可作为清洗器械应用。医用超声设备基于瞬态空化现象进行医疗,瞬态空化会产生局部高温、高压现象,还伴随强大冲击波、高速微射流、自由基的产生,可形成对正常细胞的结构和酶的生物活性有极大的破坏作用,但同时对肿瘤细胞可进行有效的杀伤。

[0003] 瞬态空化的空化爆破强度是影响医用超声设备临床使用时安全及效率的重要因素。而影响空化爆破强度的因素有很多,如发射频率、发射电压、发射脉冲长度、液体性质等。现有技术中超声设备都是通过正向映射方式来达到控制调节空化爆破强度的目的,即工作人员通过调节发射频率、发射电压、发射脉冲长度、发射脉冲重复频率、发射脉冲持续次数等参数来被动改变空化爆破强度。

[0004] 在实际临床使用中,当工作人员需要空化爆破强度从A变化至B时,很难快速准确地调节发射频率、发射电压、发射脉冲长度、发射脉冲重复频率、发射脉冲持续次数等这一套组合参数,而是只能一个个调节尝试,这样不仅耗费时间,且较难保证效果,可能使得患者错过最佳的成像和治疗。

### 发明内容

[0005] 本发明实施例提供一种超声空化强度的调节方法和装置,以解决调节过程耗费时间、调节效果差的问题。

[0006] 第一方面,本发明实施例提供了一种超声空化强度的调节方法,包括:

[0007] 根据第i空化强度值和目标空化强度值的大小,控制调节第j空化系数,以计算得到第i+1空化强度值,其中, $i=0,1,2,\dots$ ,以及 $j=1,2,\dots,n$ 且 $7\geq n\geq 2$ ;

[0008] 如果所述第i+1空化强度值与所述目标空化强度值的差值绝对值大于设定阈值,则返回并继续计算得到空化强度值,直至确定得到的所述空化强度值与所述目标空化强度值的差值绝对值小于或等于所述设定阈值。

[0009] 进一步地,所述第j空化系数包括发射频率系数k1、脉冲长度系数k2、脉冲频率系数k3、脉冲次数系数k4、扫描线密度系数k5、感兴趣区大小系数k6、发射电压系数k7中的任意一种或多种。

[0010] 进一步地,所述空化强度值Q的计算公式具体为:

$$[0011] \quad Q = f \left( \begin{array}{l} ((1+k1) \times \text{Frequency})^{-1/2} \times (1+k2) \times \text{Pulse Length}, \\ (1+k3) \times \text{PRF} \times (1+k4) \times \text{Pulse Times}, \\ (1+k5) \times \text{Line Density} \times ((1+k6) \times \text{ROI Size})^{-1}, \\ \frac{1}{2} \times P((1+k7) \times \text{Transmit Voltage})^2 / Z \end{array} \right)$$

[0012] 其中, Frequency为超声发射频率, Pulse Length为超声发射脉冲长度, PRF为超声发射脉冲重复频率, Pulse Times为超声发射脉冲持续次数, Line Density为超声发射扫描线密度, ROI Size为超声空化爆破感兴趣区大小, Transmit Voltage为超声发射电压。

[0013] 进一步地, 根据第i空化强度值和目标空化强度值的大小, 控制调节第j空化系数, 以计算得到第i+1空化强度值, 包括:

[0014] 判断所述目标空化强度值是否大于所述第i空化强度值;

[0015] 若是, 则控制将所述第j空化系数的数值对应调节为按照设定规则设置的第j系数值, 以计算得到第i+1空化强度值; 若否, 则控制将所述第j空化系数的数值对应调节为按照设定规则设置的负的第j系数值, 以计算得到第i+1空化强度值。

[0016] 进一步地, 所述设定规则包括: 后一次调节的所述第j系数值是前一次调节的所述第j系数值的1/m, 其中, m>1。

[0017] 进一步地, 所述第j系数值的绝对值大于或等于0且小于或等于1。

[0018] 进一步地, 计算得到第i+1空化强度值之后, 还包括:

[0019] 计算所述第i+1空化强度值与所述目标空化强度值的差值, 并判断该差值绝对值是否小于或等于所述设定阈值。

[0020] 进一步地, 还包括: 如果所述第i+1空化强度值与所述目标空化强度值的差值绝对值小于或等于所述设定阈值, 则控制停止调节所述空化系数。

[0021] 进一步地, 所述设定阈值为0.001。

[0022] 第二方面, 本发明实施例还提供了一种超声空化强度的调节装置, 包括:

[0023] 空化强度计算模块, 用于根据第i空化强度值和目标空化强度值的大小, 控制调节第j空化系数, 以计算得到第i+1空化强度值, 其中,  $i=0, 1, 2, \dots$ , 以及  $j=1, 2, \dots, n$  且  $7 \geq n \geq 2$ ;

[0024] 空化强度确定模块, 用于如果所述第i+1空化强度值与所述目标空化强度值的差值绝对值大于设定阈值, 则返回并继续计算得到空化强度值, 直至确定得到的所述空化强度值与所述目标空化强度值的差值绝对值小于或等于所述设定阈值。

[0025] 本发明根据第i空化强度值和目标空化强度值的大小, 通过调节第j空化系数以计算得到第i+1空化强度值并进行后续判断, 如果第i+1空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值大于设定阈值, 则返回并继续计算空化强度值并进行判断, 直至确定得到的空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值小于或等于设定阈值。本发明中已知目标空化强度值, 并通过调节空化系数以达到将初始的空化强度值调节为目标空化强度值的目的, 通过反向映射的方式根据目标空化强度值调节空化系数, 该调节方式具有调节过程速度快且调节误差非常小的优点, 解决了现有技术的缺陷。

## 附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图做一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图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。

[0027] 图1是本发明实施例一提供的超声空化强度调节方法的流程图;

[0028] 图2是本发明实施例二提供的超声空化强度调节方法的流程图;

[0029] 图3是本发明实施例三提供的超声空化强度调节装置的示意图。

## 具体实施方式

[0030] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,以下将参照本发明实施例中的附图,通过实施方式清楚、完整地描述本发明的技术方案,显然,所描述的实施例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。

[0031] 第一实施例

[0032] 如图1所示为本发明实施例一提供的超声空化强度调节方法的流程图。本实施例的技术方案适用于通过已知的目标空化强度值自动调节空化参数的情况,该方法可以由超声空化强度调节装置来执行,并配置在超声设备中。

[0033] 本实施例提供一种超声空化强度的调节方法,具体包括如下步骤:

[0034] S110、根据第 $i$ 空化强度值和目标空化强度值的大小,控制调节第 $j$ 空化系数,以计算得到第 $i+1$ 空化强度值,其中, $i=0,1,2,\dots$ ,以及 $j=1,2,\dots,n$ 且 $7\geq n\geq 2$ 。

[0035] 如上所述,超声设备的面板上显示有当前初始待调节的空化强度值,以及还显示有工作人员输入的所需的空化强度值,则超声空化强度调节装置(简称调节装置)采集该当前初始待调节的空化强度值和该输入的所需空化强度值,由此调节装置将该初始待调节空化强度值作为第0空化强度值,以及将该所需空化强度值作为目标空化强度值。由此可知,调节装置的功能在于将初始显示的第0空化强度值自动调节为工作人员输入的目标空化强度值。

[0036] 空化系数为空化参数的系数,空化参数影响空化强度值,因此空化系数的改变使得该空化系数对应的空化参数值改变,则空化强度值改变,由此通过调节空化系数达到改变空化强度值的目的。影响空化强度值的空化参数有多个,空化系数与空化参数一一对应,在此以7个空化参数为例,因此可调节的空化系数不超过7个。本领域技术人员可以理解,计算得出的第 $i+1$ 空化强度值和/或空化参数值可选也可以实时显示在超声设备的面板上供工作人员查看,以及还可选对7个以上或以下的空化参数进行调节。在此空化强度值是指超声设备的超声空化爆破强度值,空化参数为影响超声空化爆破强度值的参数。

[0037] 具体地,调节装置根据第0空化强度值和目标空化强度值的大小,控制调节第1空化系数,并计算得出第1空化强度值。通过后续步骤对第1空化强度值进行检测,若判定还需要调节,则调节装置根据第1空化强度值和目标空化强度值的大小,控制调节第2空化系数,并计算得出第2空化强度值。依次类推,直至调节装置控制停止调节为止。

[0038] 上述操作中,根据第 $i$ 空化强度值和已知的目标空化强度值,进行空化系数的调节,以达到调节空化强度值的目的,即通过反向映射的方式根据已知的目标空化强度值调节空化系数,使初始空化强度值被调节为目标空化强度值。

[0039] S120、如果第 $i+1$ 空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值大于设定阈值,则返回并继续计算得到空化强度值,直至确定得到的空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值小于或等于设定阈值。

[0040] 如上所述,调节装置通过调节第 $j$ 空化系数以计算得到第 $i+1$ 空化强度值后,会对计算得出的第 $i+1$ 空化强度值与目标空化强度值进行差值计算,其中,调节装置中预先设置有设定阈值,则调节装置根据差值与设定阈值的比较结果判断是否继续调节。具体地,调节装置计算得出差值后,会判断该差值的绝对值是否大于设定阈值,若是则说明第 $i+1$ 空化强度值与目标空化强度值的差距较大,则需要继续调节空化系数,即返回步骤S110继续计算后续空化强度值。

[0041] 初始时 $i=0$ ,则首次是对计算得出的第1空化强度值与目标空化强度值进行差值计算,若该差值绝对值大于设定阈值,则返回并通过第1空化强度值与目标空化强度值的大小,计算得出第2空化强度值。当第2空化强度值与目标空化强度值差值绝对值大于设定阈值时,则返回并继续计算得出第3空化强度值。依次类推,直至确定得到的空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值小于或等于设定阈值时,调节过程完成并控制停止调节,此时调节得到的空化强度值作为最终确定的空化强度值。也就是说,最终确定的空化强度值与目标空化强度值之间的差值绝对值小于或等于设定阈值时,判定调节成功,即已将初始的第0空化强度值调节为目标空化强度值。

[0042] 上述操作中,将第 $i+1$ 空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值是否大于设定阈值作为判断调节是否成功的依据,在调节不成功时循环步骤110~120,直至调节成功,即最终得出的空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值小于或等于设定阈值。调节装置通过设定的循环步骤自动调节空化强度值,调节速度快且调节误差非常小。

[0043] 本实施例根据第 $i$ 空化强度值和目标空化强度值的大小,通过调节第 $j$ 空化系数以计算得到第 $i+1$ 空化强度值并进行后续判断,如果第 $i+1$ 空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值大于设定阈值,则返回并继续计算空化强度值并进行判断,直至确定得到的空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值小于或等于设定阈值。本实施例已知目标空化强度值,并通过调节空化系数以达到将初始的空化强度值调节为目标空化强度值的目的,通过反向映射的方式根据目标空化强度值调节空化系数,该调节方式具有调节过程速度快且调节误差非常小的优点。

[0044] 第二实施例

[0045] 本实施例的技术方案适用于通过已知的目标空化强度值自动调节空化参数的情况,该方法可以由超声空化强度调节装置来执行,并配置在超声设备中。

[0046] 在此需要说明的是,影响空化强度值的参数有很多,在本实施例中仅选取7个空化参数作为影响空化强度值的主要因素,具体包括:超声发射频率Frequency、超声发射脉冲长度Pulse Length、超声发射脉冲重复频率PRF (Pulse Repetition Frequency)、超声发射脉冲持续次数Pulse Times、超声发射扫描线密度Line Density、超声空化爆破感兴趣区大小ROI Size、超声发射电压Transmit Voltage。那么相应的,每一个空化参数对应有空化系

数,分别为:发射频率系数k1、脉冲长度系数k2、脉冲频率系数k3、脉冲次数系数k4、扫描线密度系数k5、感兴趣区大小系数k6、发射电压系数k7。本领域技术人员可以理解,影响空化强度值的参数还包括液体温度、液体表面张力等,也可选取超过7种或少于7种的空化参数作为主要参数,在此不再赘述,在本实施例中仅以上述7个空化参数对空化强度值的影响为例。

[0047] 对于任意一次调节过程,可以仅对其中一个空化系数进行调节,也可以同时对至少两个空化系数进行调节,因此第j空化系数包括至少一个待调节空化系数。由此可知,第j空化系数包括:发射频率系数k1、脉冲长度系数k2、脉冲频率系数k3、脉冲次数系数k4、扫描线密度系数k5、感兴趣区大小系数k6、发射电压系数k7中的任意一种或多种。

[0048] 在此若以第1空化系数的调节对象包括k1、k6和k7,第2空化系数包括k2和k5,第3空化系数包括k3,第4空化系数包括k4为例,那么在计算第5空化强度值时,可根据第4空化强度值和目标空化强度值的大小通过控制调节k1、k6和k7以计算得到第5空化强度值。本领域技术人员可以理解,第j空化系数的调节对象还可以按照其他顺序或数量进行设置,在此不再赘述。

[0049] 在本实施例中,已知设定了影响空化强度值的因素主要包括7种空化参数,分别为Frequency、Pulse Length、PRF、Pulse Times、Line Density、ROI Size、Transmit Voltage。那么设置空化强度值为Q,则Q与7种空化参数的函数方程如下式(1)所示:

[0050]

$$Q = f \left( \begin{matrix} \text{Frequency, Pulse Length, PRF, Pulse Times,} \\ \text{Transmit Voltage, Line Density, ROI Size} \end{matrix} \right) \approx \frac{1}{2} \times \left( P(\text{Transmit Voltage})^2 / Z \right) \times \text{Pulse Length} \times \text{PRF} \times \text{Pulse Times} \times \text{Line Density} \times \text{Frequency}^{-1/2} \times \text{ROI Size}^{-1} \quad (1)$$

[0051] 其中, $P(\text{Transmit Voltage}) \propto \text{Transmit Voltage}$ 为声压,Z为声阻抗(当物质一定时,Z为一常数)。已知调节装置获取了目标空化强度值,因此该函数方程就转换为已知Q,求一组较优解Frequency,Pulse Length,PRF,Pulse Times,Transmit Voltage,Line Density,ROI Size使得函数的值为Q。

[0052] 为了简化式(1)组合,在此根据空化参数对空化强度值的影响可将空化参数进行组合,则Q的函数方程由式(1)转换为如下式(2):

[0053]

$$Q = f \left( \begin{matrix} g_1(\text{Frequency, Pulse Length}), \\ g_2(\text{PRF, Pulse Times}), \\ g_3(\text{Line Density, ROI Size}), \\ g_4(\text{Transmit Voltage}) \end{matrix} \right) \quad (2)$$

[0054] 其中 $g_1(\text{Frequency, Pulse Length})$ ,  $g_2(\text{PRF, Pulse Times})$ ,  $g_3(\text{Line Density, ROI Size})$ ,  $g_4(\text{Transmit Voltage})$ 的函数方程如下式所示:

[0055]  $g_1(\text{Frequency, Pulse Length}) = ((1+k1) \times \text{Frequency})^{-1/2} \times (1+k2) \times \text{Pulse Length}$ ,

[0056]  $g_2(\text{PRF}, \text{Pulse Times}) = (1+k_3) \times \text{PRF} \times (1+k_4) \times \text{Pulse Times},$

[0057]  $g_3(\text{Line Density}, \text{ROI Size}) = (1+k_5) \times \text{Line Density} \times ((1+k_6) \times \text{ROI Size})^{-1},$

[0058]  $g_4(\text{Transmit Voltage}) = (1/2) \times P((1+k_7) \times \text{Transmit Voltage})^2 / Z$

[0059] 综上所述,空化强度值Q的计算公式具体为下式(3):

[0060]

$$Q = f \left( \begin{array}{l} ((1+k_1) \times \text{Frequency})^{-1/2} \times (1+k_2) \times \text{Pulse Length}, \\ (1+k_3) \times \text{PRF} \times (1+k_4) \times \text{Pulse Times}, \\ (1+k_5) \times \text{Line Density} \times ((1+k_6) \times \text{ROI Size})^{-1}, \\ \frac{1}{2} \times P((1+k_7) \times \text{Transmit Voltage})^2 / Z \end{array} \right) \quad (3)$$

[0061] 其中,Frequency为超声发射频率,Pulse Length为超声发射脉冲长度,PRF为超声发射脉冲重复频率,Pulse Times为超声发射脉冲持续次数,Line Density为超声发射扫描线密度,ROI Size为超声空化爆破感兴趣区大小,Transmit Voltage为超声发射电压。根据如上公式(3)可在通过调节 $k_1 \sim k_7$ ,使计算得出的空化强度值接近或等于目标空化强度值。

[0062] 在上述基础上,如图2所示,本实施例提供的一种超声空化强度的调节方法,具体包括如下步骤:

[0063] S210、判断目标空化强度值是否大于第i空化强度值。

[0064] 如上所述,调节装置采集工作人员在超声设备的面板上输入的所需的目標空化强度值,以及直接采集初始的空化强度值作为第0空化强度值,根据第0空化强度值和目標空化强度值可计算得出第1空化强度值,依次类推,第i空化强度值已知。因此调节装置已知第i空化强度值和目標空化强度值,则可判断目標空化强度值是否大于第i空化强度值,并根据判断结果执行后续操作。

[0065] 在此若目標空化强度值大于第i空化强度值,则执行S220,若目標空化强度值小于或等于第i空化强度值,则跳转执行S230。

[0066] S220、若是,则控制将第j空化系数的数值对应调节为按照设定规则设置的第j系数值,以计算得到第i+1空化强度值。

[0067] 如上所述,以第2空化系数的调节对象包括 $k_3$ 和 $k_4$ 为例,则当目標空化强度值大于第1空化强度值时,调节第2空化系数的数值的具体过程为:将 $k_3$ 的当前数值调节为按照设定规则设置的 $k_3$ 的系数值,以及将 $k_4$ 的当前数值调节为按照设定规则设置的 $k_4$ 的系数值。计算得到第i+1空化强度值后执行S240。

[0068] 如 $k_3$ 的系数值为 $a_3$ 、 $k_4$ 的系数值为 $-a_4$ ,则当目標空化强度值大于第1空化强度值时,将 $k_3$ 的当前数值调节为 $a_3$ ,将 $k_4$ 的当前数值调节为 $-a_4$ 。本领域技术人员可以理解,对第j空化系数的调节即是將第j空化系数中的每一个调节对象的数值调节为对应的系数值,在此第j空化系数中包括至少一个调节对象。

[0069] S230、若否,则控制将第j空化系数的数值对应调节为按照设定规则设置的负的第j系数值,以计算得到第i+1空化强度值。

[0070] 如上所述,以第2空化系数的调节对象包括 $k_3$ 和 $k_4$ 为例,则当目標空化强度值小于或等于第1空化强度值时,调节第2空化系数的数值的具体过程为:将 $k_3$ 的当前数值调节为按照设定规则设置的负的 $k_3$ 的系数值,以及将 $k_4$ 的当前数值调节为按照设定规则设置的负

的 $k_4$ 的系数值。计算得到第 $i+1$ 空化强度值后执行S240。

[0071] 如 $k_3$ 的系数值为 $a_3$ 、 $k_4$ 的系数值为 $-a_4$ ，在上述操作中将 $k_3$ 的当前数值调节为 $-a_3$ ，将 $k_4$ 的当前数值调节为 $a_4$ 。本领域技术人员可以理解，对第 $j$ 空化系数的调节即是第 $j$ 空化系数中的每一个调节对象的数值调节为对应的系数值，在此第 $j$ 空化系数中包括至少一个调节对象。

[0072] S240、计算第 $i+1$ 空化强度值与目标空化强度值的差值，并判断该差值绝对值是否小于或等于设定阈值。

[0073] 如上所述，已知目标空化强度值并计算得出第 $i+1$ 空化强度值，则调节装置计算第 $i+1$ 空化强度值与目标空化强度值的差值。在此调节装置中还预先设置有设定阈值，根据该设定阈值，调节装置判断该差值绝对值是否小于或等于设定阈值，若否则执行S250，若是则跳转执行S260。

[0074] S250、如果第 $i+1$ 空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值大于设定阈值，则返回并继续计算得到空化强度值，直至确定得到的空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值小于或等于设定阈值。

[0075] S260、如果第 $i+1$ 空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值小于或等于设定阈值，则控制停止调节空化系数。

[0076] 如上所述，当第 $i+1$ 空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值小于或等于设定阈值时，则认为第 $i+1$ 空化强度值接近目标空化强度值且两者的差值可不计，此时调节装置确定当前得到的第 $i+1$ 空化强度值可作为工作人员所需的空化强度值。因此调节装置控制停止调节空化系数，即调节过程完成。

[0077] 需要说明的是，可选设定阈值为0.001，本领域技术人员可以理解，可根据超声设备使用情况的不同自行设置设定阈值。

[0078] 在上述技术方案的基础上，需要说明的是，可选设定规则包括：后一次调节的第 $j$ 系数值是前一次调节的第 $j$ 系数值的 $1/m$ ，其中， $m>1$ 。以空化强度值对应4个空化系数，第2空化系数的调节对象包括 $k_3$ 和 $k_4$ 为例，首次调节第2空化系数时用以计算第2空化强度值，此时将第2空化系数中 $k_3$ 的系数值调节为 $a_3$ 、 $k_4$ 的系数值调节为 $-a_4$ ；再次调节第2空化系数时用以计算第6空化强度值，则将第2空化系数中 $k_3$ 的系数值调节为 $(1/m)*a_3$ 、 $k_4$ 的系数值调节为 $(1/m)*(-a_4)$ 。本领域技术人员可以理解， $m$ 可根据调节顺次的不同而调整，如第2次调节时设置 $m=1.5$ ，第3次调节时设置 $m=2$ 等等， $m$ 可根据情况作适当调整。

[0079] 在上述技术方案的基础上，需要说明的是，第 $j$ 系数值的绝对值大于或等于0且小于或等于1。以第2空化系数为例，其中， $0 \leq |a_3|$ ， $|a_4| \leq 1$ ，其中，系数值可在0到1的范围内自行做出调整。

[0080] 本实施例中调节装置根据目标空化强度值反向映射并调整影响空化强度值的空化参数的系数，使得最终确定的空化强度值接近目标空化强度值。由于本实施例中调节装置根据预设的设定阈值、空化系数值、以及设定步骤循环并得出最终确定的空化强度值，因此整个调节过程快速、且调节后确定的空化强度值与目标空化强度值的差值非常小，因此本实施例的调节方法具有调节速度快、调节误差快、调节结果准确的优势。

[0081] 本发明实施例还提供一种超声空化强度调节方法的具体优选示例，该示例以上述任意实施例为基础。在该具体示例中，设置影响空化强度值的空化参数包括Frequency、

Pulse Length、PRF、Pulse Times、Line Density、ROI Size、Transmit Voltage,那么通过式(3)可计算空化强度值。

[0082] 在此还设置 $n=4$ ,则空化系数分别包括第1空化系数、第2空化系数、第3空化系数和第4空化系数。其中,第1空化系数的调节对象为Frequency的系数 $k_1$ 和Pulse Length的系数 $k_2$ ;第2空化系数的调节对象为PRF的系数 $k_3$ 和Pulse Times的系数 $k_4$ ;第3空化系数的调节对象为Line Density的系数 $k_5$ 和ROI Size的系数 $k_6$ ;第4空化系数的调节对象为Transmit Voltage的系数 $k_7$ 。

[0083] 其中, $k_1$ 的系数值为 $-a_1$ , $k_1$ 的负的系数值为 $a_1$ ;  $k_2$ 的系数值为 $a_2$ , $k_2$ 的负的系数值为 $-a_2$ ;  $k_3$ 的系数值为 $a_3$ , $k_3$ 的负的系数值为 $-a_3$ ;  $k_4$ 的系数值为 $a_4$ , $k_4$ 的负的系数值为 $-a_4$ ;  $k_5$ 的系数值为 $a_5$ , $k_5$ 的负的系数值为 $-a_5$ ;  $k_6$ 的系数值为 $-a_6$ , $k_6$ 的负的系数值为 $a_6$ ;  $k_7$ 的系数值为 $a_7$ , $k_7$ 的负的系数值为 $-a_7$ 。以及, $0 \leq |a_1|, |a_2|, |a_3|, |a_4|, |a_5|, |a_6|, |a_7| \leq 1$ 。设定阈值为0.001。需要说明的是,设定阈值、 $a_1 \sim a_2$ ,可通过工作人员自行设置,也可以在超声设备出厂时默认设定,或者根据超声设备的应用情况统计历史数据以设置,本领域技术人员可以理解,设定阈值、 $a_1 \sim a_2$ 的数值设置方式包括但不限于以上情况。

[0084] 根据上述的具体优选数值设定,在此调节装置采集到当前的空化强度值 $A_0$ ,以及工作人员输入的所需的空化强度值为 $A'$ ,则调节装置自动将空化强度值从 $A_0$ 调整为 $A'$ ,具体过程如下:

[0085] Step1:如果调节装置计算出 $A' > A_0$ ,则调节装置设置 $k_1 = -a_1$ ,以及 $k_2 = a_2$ ;如果调节装置计算出 $A' \leq A_0$ ,则调节装置设置 $k_1 = a_1$ ,以及 $k_2 = -a_2$ ,以达到调整Frequency和Pulse Length的目的;计算以得到第1空化强度值 $A_1$ ;如果 $|A_1 - A'| < 0.001$ ,则停止调整,否则,继续Step2;

[0086] Step2:如果调节装置计算出 $A' > A_1$ ,则调节装置设置 $k_3 = a_3$ ,以及 $k_4 = a_4$ ;如果调节装置计算出 $A' \leq A_1$ ,则调节装置设置 $k_3 = -a_3$ ,以及 $k_4 = -a_4$ ,以达到调整PRF和Pulse Times的目的;计算以得到第2空化强度值 $A_2$ ;如果 $|A_2 - A'| < 0.001$ ,则停止调整,否则,继续Step3;

[0087] Step3:如果调节装置计算出 $A' > A_2$ ,则调节装置设置 $k_5 = a_5$ ,以及 $k_6 = -a_6$ ;如果调节装置计算出 $A' \leq A_2$ ,则调节装置设置 $k_5 = -a_5$ ,以及 $k_6 = a_6$ ,以达到调整Line Density和ROI Size的目的;计算以得到第3空化强度值 $A_3$ ;如果 $|A_3 - A'| < 0.001$ ,则停止调整,否则,继续Step4;

[0088] Step4:如果调节装置计算出 $A' > A_3$ ,则调节装置设置 $k_7 = a_7$ ;如果调节装置计算出 $A' \leq A_3$ ,则调节装置设置 $k_7 = -a_7$ ,以达到调整Transmit Voltage的目的;计算以得到第4空化强度值 $A_4$ ;如果 $|A_4 - A'| < 0.001$ ,则停止调整,否则,继续Step5;

[0089] Step5:取1/2的步长,重复step1-step4,直至 $|A_i - A'| < 0.001$ ,在此重复循环中,第二次调节的 $k_1$ 为首次 $a_1$ 的二分之一, $k_2$ 为首次 $a_2$ 的二分之一,……。依次类推,第三次调节的 $k_1$ 为前一次 $a_1$ 的二分之一, $k_2$ 为前一次 $a_2$ 的二分之一,……。

[0090] 上述具体示例为本发明的优选实施例,本领域技术人员可以理解,根据本发明实施例提供的技术方案,本领域技术人员还可以通过修改空化参数或修改空化系数或调整空化系数,即重新设置相关数值或调节顺序的方式得出目标空化强度值,在此不再赘述。

[0091] 第三实施例

[0092] 如图3所示为本发明实施例三提供的超声空化强度调节装置的示意图。本实施例的技术方案适用于通过已知的目标空化强度值自动调节空化参数的情况,该装置可用于执行上述任意实施例所述的超声空化强度调节方法,该装置可配置在超声设备中。

[0093] 本实施例提供一种超声空化强度的调节装置,包括:空化强度计算模块310和空化强度确定模块320。

[0094] 其中,空化强度计算模块310用于根据第*i*空化强度值和目标空化强度值的大小,控制调节第*j*空化系数,以计算得到第*i*+1空化强度值,其中, $i=0,1,2,\dots$ ,以及 $j=1,2,\dots,n$ 且 $7\geq n\geq 2$ ;空化强度确定模块320用于如果第*i*+1空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值大于设定阈值,则返回并继续计算得到空化强度值,直至确定得到的空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值小于或等于设定阈值。

[0095] 可选地,第*j*空化系数包括发射频率系数*k*<sub>1</sub>、脉冲长度系数*k*<sub>2</sub>、脉冲频率系数*k*<sub>3</sub>、脉冲次数系数*k*<sub>4</sub>、扫描线密度系数*k*<sub>5</sub>、感兴趣区大小系数*k*<sub>6</sub>、发射电压系数*k*<sub>7</sub>中的任意一种或多种。

[0096] 可选地,空化强度计算模块计算空化强度值*Q*的计算公式具体为:

$$[0097] \quad Q = f \left( \begin{array}{l} ((1+k_1) \times \text{Frequency})^{-1/2} \times (1+k_2) \times \text{Pulse Length}, \\ (1+k_3) \times \text{PRF} \times (1+k_4) \times \text{Pulse Times}, \\ (1+k_5) \times \text{Line Density} \times ((1+k_6) \times \text{ROI Size})^{-1}, \\ \frac{1}{2} \times P((1+k_7) \times \text{Transmit Voltage})^2 / Z \end{array} \right)$$

[0098] 其中,Frequency为超声发射频率,Pulse Length为超声发射脉冲长度,PRF为超声发射脉冲重复频率,Pulse Times为超声发射脉冲持续次数,Line Density为超声发射扫描线密度,ROI Size为超声空化爆破感兴趣区大小,Transmit Voltage为超声发射电压。

[0099] 可选地,空化强度计算模块310包括:空化强度判断单元311和空化系数调节单元312。

[0100] 其中,空化强度判断单元311用于判断目标空化强度值是否大于第*i*空化强度值;空化系数调节单元312用于当目标空化强度值大于第*i*空化强度值时,则控制将第*j*空化系数的数值对应调节为按照设定规则设置的第*j*系数值,以计算得到第*i*+1空化强度值;当目标空化强度值小于或等于第*i*空化强度值时,则控制将第*j*空化系数的数值对应调节为按照设定规则设置的负的第*j*系数值,以计算得到第*i*+1空化强度值。

[0101] 可选地,设定规则包括:后一次调节的第*j*系数值是前一次调节的第*j*系数值的1/*m*,其中, $m>1$ 。

[0102] 可选地,第*j*系数值的绝对值大于或等于0且小于或等于1。

[0103] 可选地,还包括:空化强度判断模块330。

[0104] 其中,空化强度判断模块330用于在计算得到第*i*+1空化强度值之后,计算第*i*+1空化强度值与目标空化强度值的差值,并判断该差值绝对值是否小于或等于设定阈值。

[0105] 可选地,还包括:系数调节控制模块340。

[0106] 其中,系数调节控制模块340用于如果第*i*+1空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值小于或等于设定阈值,则控制停止调节空化系数。

[0107] 可选地,设定阈值为0.001。

[0108] 本实施例中调节装置获取到目标空化强度值,并通过调节空化系数以达到将初始的空化强度值调节为目标空化强度值的目的,通过反向映射的方式根据目标空化强度值调节空化系数,该调节方式具有调节过程速度快且调节误差非常小的优点。

[0109] 本发明实施例还提供一种超声设备,该超声设备中配置了如上述任意实施例所述的超声空化强度调节装置,以及还包括显示面板。该超声空化强度调节装置可执行上述任意实施例所述的超声空化强度调节方法。该超声设备可作为医疗器械,应用在医用超声设备成像和治疗领域,也可作为清洗设备应用在实验室等地方。

[0110] 需要说明的是,调节装置从显示面板上采集初始的超声空化强度值和工作人员输入的目标空化强度值,根据超声空化强度调节方法调节超声设备的空化强度值,并调节使得最终确定的超声空化强度与目标空化强度值的差值绝对值小于或等于设定阈值,则此时调节装置控制调节完成,超声设备的当前空化强度值为最终确定的超声空化强度值。调节完成后,调节装置可向超声设备的显示面板传输完成指令,则显示面板根据完成指令显示调节完成信息,工作人员查看该调节完成信息以确定调节完成,则工作人员操作超声设备执行工作流程。

[0111] 注意,上述仅为本发明的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解,本发明不限于这里所述的特定实施例,对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、重新调整和替代而不会脱离本发明的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本发明进行了较为详细的说明,但是本发明不仅仅限于以上实施例,在不脱离本发明构思的情况下,还可以包括更多其他等效实施例,而本发明的范围由所附的权利要求范围决定。

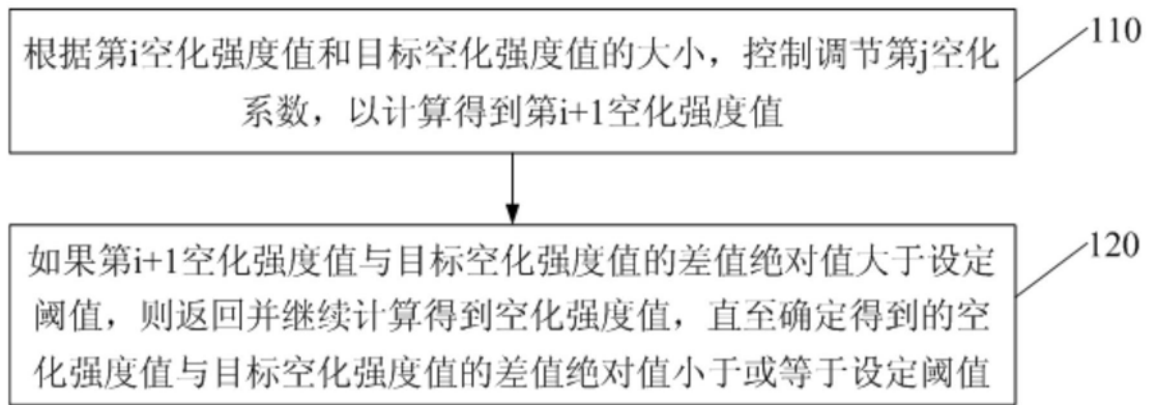


图1

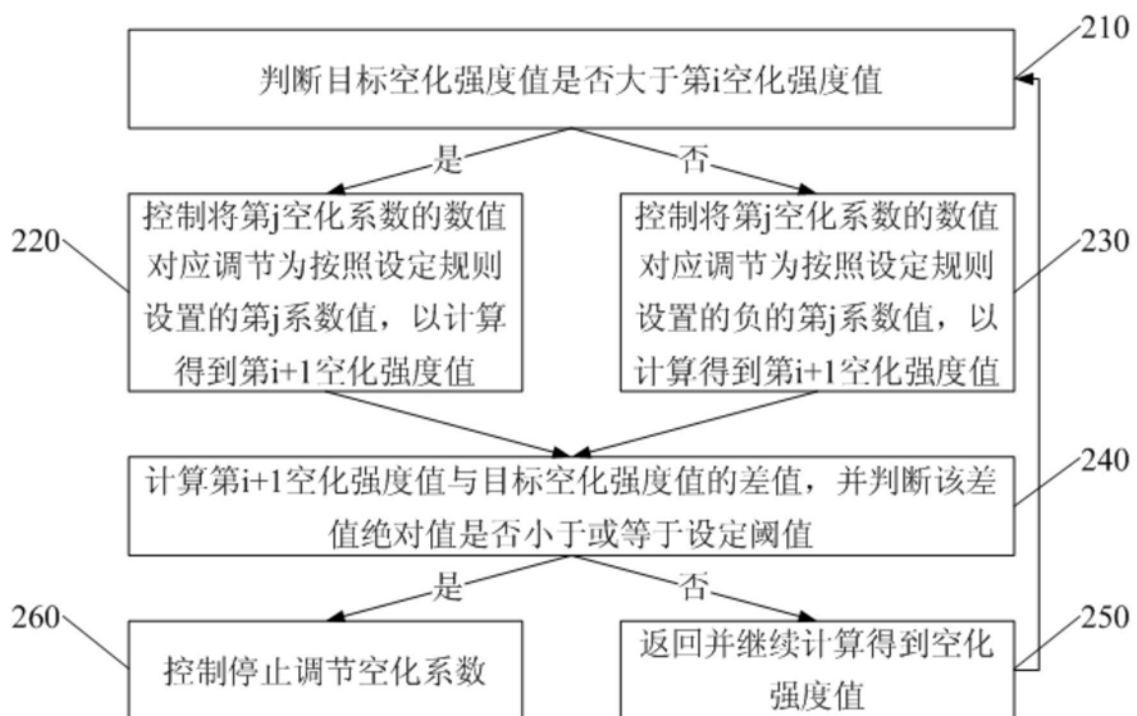


图2

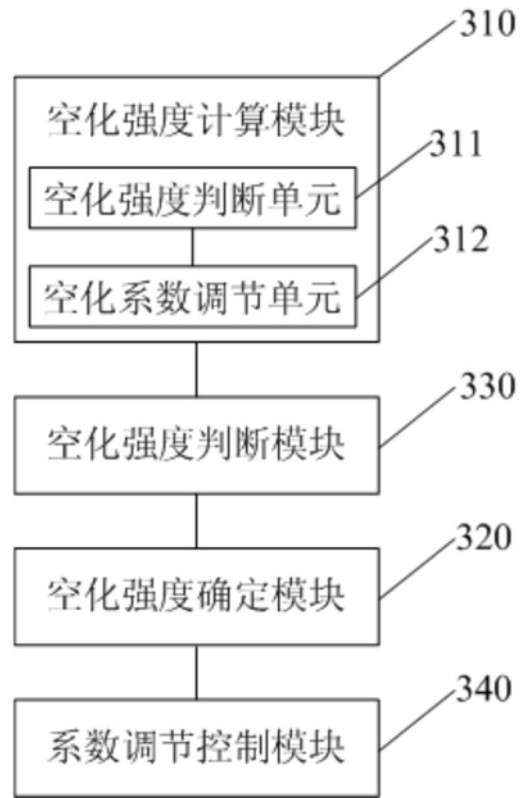


图3

|                |                                                |         |            |
|----------------|------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 一种超声空化强度的调节方法和装置                               |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN105496455B</a>                   | 公开(公告)日 | 2018-09-28 |
| 申请号            | CN201510917338.8                               | 申请日     | 2015-12-10 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 飞依诺科技(苏州)有限公司                                  |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 飞依诺科技(苏州)有限公司                                  |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 飞依诺科技(苏州)有限公司                                  |         |            |
| [标]发明人         | 陈惠人                                            |         |            |
| 发明人            | 陈惠人                                            |         |            |
| IPC分类号         | A61B8/00 A61N7/00                              |         |            |
| 代理人(译)         | 胡彬                                             |         |            |
| 审查员(译)         | 余红敏                                            |         |            |
| 其他公开文献         | CN105496455A                                   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a> |         |            |

#### 摘要(译)

本发明实施例公开了一种超声空化强度的调节方法和装置，该调节方法包括：根据第i空化强度值和目标空化强度值的大小，控制调节第j空化系数，以计算得到第i+1空化强度值；如果第i+1空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值大于设定阈值，则返回并继续计算得到空化强度值，直至确定得到的空化强度值与目标空化强度值的差值绝对值小于或等于设定阈值。本发明中已知目标空化强度值，并通过调节空化系数以达到将初始的空化强度值调节为目标空化强度值的目的，通过反向映射的方式根据目标空化强度值调节空化系数，该调节方式具有调节过程速度快且调节误差非常小的优点。

