



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109758091 A

(43)申请公布日 2019.05.17

(21)申请号 201811467260.4

(22)申请日 2018.12.03

(71)申请人 深圳先进技术研究院

地址 518055 广东省深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道1068号

(72)发明人 马腾 王丛知 肖杨 刘佳妹 郑海荣

(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 王宝筠

(51)Int.Cl.

A61B 1/00(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

A61B 8/12(2006.01)

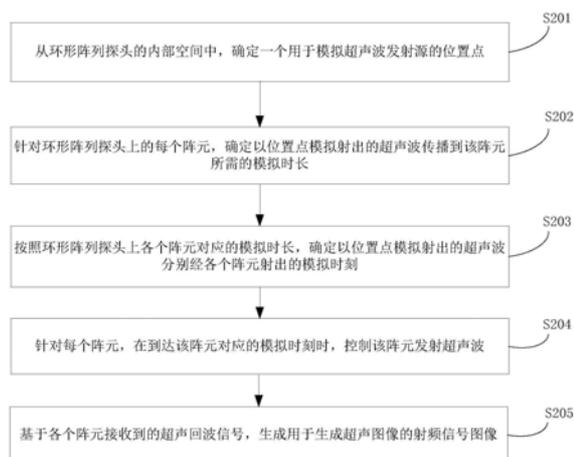
权利要求书3页 说明书12页 附图3页

(54)发明名称

一种超声成像方法及装置

(57)摘要

本申请公开了一种超声成像方法及装置,在环形阵列探头的内部空间中选定某一位置点作为模拟超声波发射源的虚拟声源。通过模拟以该虚拟声源射出的超声波到达该环形阵列探头中各个阵元的模拟时长,可以分别确定各个阵元发射超声波的模拟时刻,而各个阵元按照相应的模拟时刻发射超声波,实际上就类似从该虚拟声源发射出球面超声波,在此基础上,由于超声波扫描到的组织区域的各个位置点都会有超声回波信号,基于接收到的超声回波信号即可形成一幅超声图像。基于本申请的方案,只需要控制每个阵元发射一次超声波,便可得到用于生成超声图像的射频信号图像,实现了具有环形阵列探头的超声内镜系统的快速成像。



1. 一种超声成像方法,其特征在于,应用于超声内镜系统,所述超声内镜系统具有环形阵列探头,包括:

从所述环形阵列探头的内部空间中,确定一个用于模拟超声波发射源的位置点;

针对环形阵列探头上的每个阵元,确定以所述位置点模拟射出的超声波传播到所述阵元所需的模拟时长;

按照所述环形阵列探头上各个阵元对应的模拟时长,确定以所述位置点模拟射出的超声波分别经各个阵元射出的模拟时刻,其中,依据各个阵元的所述模拟时刻推算出的以所述位置点模拟发射出超声波的起始时刻均相同;

针对每个阵元,在到达该阵元对应的模拟时刻时,控制该阵元发射超声波;

基于各个阵元接收到的超声回波信号,生成用于生成超声图像的射频信号图像。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,在生成用于生成超声图像的射频信号图像之后,还包括:

依据所述射频信号图像生成超声图像。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,在所述生成用于生成超声图像的射频信号图像之后,还包括:

检测从所述环形阵列探头的内部空间中确定出的用于模拟超声波发射源的位置点的数量是否到达预设数量;

如果否,则从所述环形阵列探头的内部空间中,选取一个未被选为所述位置点的点作为用于模拟超声波发射源的位置点,并基于当前确定的位置点,返回执行所述针对环形阵列探头上的每个阵元,确定以所述位置点模拟射出的超声波传播到所述阵元所需的模拟时长,并得到以当前确定的位置点生成的射频信号图像;

如果是,依据以该预设数量个位置点分别生成的所述射频信号图像,进行像素点幅值的叠加,得到叠加后的射频信号图像;

基于所述叠加后的射频信号图像,生成超声图像。

4. 如权利要求1或3所述的方法,其特征在于,所述按照所述环形阵列探头上各个阵元对应的模拟时长,确定以所述位置点模拟射出的超声波分别经各个阵元射出的模拟时刻,包括:

从环形阵列探头中,确定对应的所述模拟时长最短的基准阵元,并设置以所述位置点模拟射出的超声波经所述基准阵元射出的模拟时刻;

确定所述各个阵元与所述基准阵元的相对模拟时长差;

基于所述各个阵元与所述基准的相对模拟时长差,以及所述基准阵元对应的模拟时刻,确定所述以所述位置点模拟射出的超声波分别经各个阵元射出的模拟时刻。

5. 如权利要求1或3所述的方法,其特征在于,所述基于各个阵元接收到的超声回波信号,生成用于生成超声图像的射频信号图像,包括:

从超声探测的生物体组织中,确定待生成射频信号图像中各个像素点各自对应的组织位置点;

针对每个像素点对应组织位置点,从各个阵元接收到的超声回波信号中,确定出由所述组织位置点散射的超声回波信号的信号强度幅值;

基于所述各个像素点对应的组织位置点散射的超声回波信号的信号强度幅值,生成所

述射频信号图像。

6. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,所述从各个阵元接收到的超声回波信号中,确定出由所述组织位置点散射的超声回波信号的信号强度幅值,包括:

针对每个阵元,确定发射出的超声波经所述组织位置点回到所述阵元位置的时长;

确定所述阵元对应的通道对超声回波信号进行采样的采样间隔时长;

针对所述阵元对应的通道对超声回波信号进行采样得到的每个采样点,确定所述采样点的采样时刻相对于所述位置点模拟发射出超声波的起始时刻的采样时长;

判断所述采样点的采样时长与所述发射出的超声波经所述组织位置点回到所述阵元的时长之差的绝对值是否小于或等于采样间隔时长;

如果是,则确定所述采样点能够反映从所述组织位置点散射的超声回波信息;

叠加各个阵元对应的通道中所述能够反映从所述组织位置点散射的超声回波信息的采样点的幅值,得到从所述组织位置点散射的超声回波信号的信号强度幅值。

7. 如权利要求6所述的方法,其特征在于,所述确定发射出的超声波经所述组织位置点回到所述阵元位置的时长,包括:

在所述环形阵列探头内各个阵元排列形成的环形所在平面构建坐标系,

确定所述位置点在所述坐标系下的坐标;

确定所述阵元在所述坐标系下的坐标;

确定所述组织位置点对应的像素点在所述坐标系下的坐标;

基于所述组织位置点对应的像素点的坐标、所述位置点的坐标以及超声波的传播速度,确定超声波的前向传输时长;

基于所述组织位置点对应的像素点的坐标、所述阵元的坐标和超声波的传播速度,确定超声波的反向传输时长;

将所述前向传输时长和所述反向传输时长相加,得到发射出的超声波经所述组织位置点对应的像素点回到所述阵元位置的时长。

8. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,所述依据所述射频信号图像生成超声图像,包括:

对所述射频信号图像进行取信号包络、对数压缩、调整动态范围和数字扫描变换,生成超声图像。

9. 一种超声成像装置,其特征在于,应用于超声内镜系统,所述超声内镜系统具有环形阵列探头,包括:

位置点确定单元,用于从所述环形阵列探头的内部空间中,确定一个用于模拟超声波发射源的位置点;

模拟时长确定单元,用于针对环形阵列探头上的每个阵元,确定以所述位置点确定单元确定出的所述位置点模拟射出的超声波传播到所述阵元所需的模拟时长;

模拟时刻确定单元,用于按照所述模拟时长确定单元确定出的所述环形阵列探头上各个阵元对应的模拟时长,确定以所述位置点确定单元确定出的所述位置点模拟射出的超声波分别经各个阵元射出的模拟时刻,其中,依据各个阵元的所述模拟时刻推算出的以所述位置点模拟发射出超声波的起始时刻均相同;

控制发射单元,用于针对每个阵元,在到达所述模拟时刻确定单元确定出的该阵元对

应的模拟时刻时,控制该阵元发射超声波;

图像生成单元,用于基于各个阵元接收到的超声回波信号,生成用于生成超声图像的射频信号图像。

10.如权利要求9所述的装置,其特征在于,还包括:

检测单元,用于检测从所述环形阵列探头的内部空间中确定出的用于模拟超声波发射源的位置点的数量是否到达预设数量;如果否,触发第一处理单元执行;如果是,触发第二处理单元执行;

所述第一处理单元,用于从所述环形阵列探头的内部空间中,选取一个未被选为所述位置点的点作为用于模拟超声波发射源的位置点,并基于当前确定的位置点,触发所述模拟时长确定单元执行,得到以当前确定的位置点生成的射频信号图像;

所述第二处理单元,用于依据以该预设数量个位置点分别生成的所述射频信号图像,进行像素点幅值的叠加,得到叠加后的射频信号图像;并基于所述叠加后的射频信号图像,生成超声图像。

一种超声成像方法及装置

技术领域

[0001] 本发明属于医学超声成像领域,尤其涉及一种超声成像方法及装置。

背景技术

[0002] 超声内镜是一种应用广泛的超声诊断技术,一般指将光学内镜和超声探头相结合的消化道检查技术,将微型高频超声探头置于内镜顶端,既可通过内镜直接观察消化道腔内形态,同时又可进行实时超声扫描,获取消化道分层结构的组织学特征以及周围脏器的超声图像。

[0003] 目前,在具有环形阵列探头的超声内镜系统中,按照聚焦扫描线成像方式进行超声成像,通过多次发射聚焦获得多条扫描线,由多条扫描线形成一幅超声图像。

[0004] 这种方式下,每个阵元需要进行多次发射,需要花费较长时间,使成像帧频大幅下降。而成像帧频的减少使超声成像缓慢,这限制了超声内镜系统在如血流成像等需要高帧频的应用领域的应用。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种超声成像方法及装置,使得具有环形阵列超声探头的超声内镜系统能够快速成像。

[0006] 为实现上述目的,一方面,本申请提供了一种超声成像方法,应用于超声内镜系统,所述超声内镜系统具有环形阵列探头,包括:

[0007] 从所述环形阵列探头的内部空间中,确定一个用于模拟超声波发射源的位置点;

[0008] 针对环形阵列探头上的每个阵元,确定以所述位置点模拟射出的超声波传播到所述阵元所需的模拟时长;

[0009] 按照所述环形阵列探头上各个阵元对应的模拟时长,确定以所述位置点模拟射出的超声波分别经各个阵元射出的模拟时刻,其中,依据各个阵元的所述模拟时刻推算出的以所述位置点模拟发射出超声波的起始时刻均相同;

[0010] 针对每个阵元,在到达该阵元对应的模拟时刻时,控制该阵元发射超声波;

[0011] 基于各个阵元接收到的超声回波信号,生成用于生成超声图像的射频信号图像。

[0012] 优选地,在生成用于生成超声图像的射频信号图像之后,还包括:

[0013] 依据所述射频信号图像生成超声图像。

[0014] 优选地,在所述生成用于生成超声图像的射频信号图像之后,还包括:

[0015] 检测从所述环形阵列探头的内部空间中确定出的用于模拟超声波发射源的位置点的数量是否到达预设数量;

[0016] 如果否,则从所述环形阵列探头的内部空间中,选取一个未被选为所述位置点的点作为用于模拟超声波发射源的位置点,并基于当前确定的位置点,返回执行所述针对环形阵列探头上的每个阵元,确定以所述位置点模拟射出的超声波传播到所述阵元所需的模拟时长,并得到以当前确定的位置点生成的射频信号图像;

- [0017] 如果是,依据以该预设数量个位置点分别生成的所述射频信号图像,进行像素点幅值的叠加,得到叠加后的射频信号图像;
- [0018] 基于所述叠加后的射频信号图像,生成超声图像。
- [0019] 优选地,所述按照所述环形阵列探头上各个阵元对应的模拟时长,确定以所述位置点模拟射出的超声波分别经各个阵元射出的模拟时刻,包括:
- [0020] 从环形阵列探头中,确定对应的所述模拟时长最短的基准阵元,并设置以所述位置点模拟射出的超声波经所述基准阵元射出的模拟时刻;
- [0021] 确定所述各个阵元与所述基准阵元的相对模拟时长差;
- [0022] 基于所述各个阵元与所述基准的相对模拟时长差,以及所述基准阵元对应的模拟时刻,确定所述以所述位置点模拟射出的超声波分别经各个阵元射出的模拟时刻。
- [0023] 优选地,所述基于各个阵元接收到的超声回波信号,生成用于生成超声图像的射频信号图像,包括:
- [0024] 从超声探测的生物体组织中,确定待生成射频信号图像中各个像素点各自对应的组织位置点;
- [0025] 针对每个像素点对应组织位置点,从各个阵元接收到的超声回波信号中,确定出由所述组织位置点散射的超声回波信号的信号强度幅值;
- [0026] 基于所述各个像素点对应的组织位置点散射的超声回波信号的信号强度幅值,生成所述射频信号图像。
- [0027] 优选地,所述从各个阵元接收到的超声回波信号中,确定出由所述组织位置点散射的超声回波信号的信号强度幅值,包括:
- [0028] 针对每个阵元,确定发射出的超声波经所述组织位置点回到所述阵元位置的时长;
- [0029] 确定所述阵元对应的通道对超声回波信号进行采样的采样间隔时长;
- [0030] 针对所述阵元对应的通道对超声回波信号进行采样得到的每个采样点,确定所述采样点的采样时刻相对于所述位置点模拟发射出超声波的起始时刻的采样时长;
- [0031] 判断所述采样点的采样时长与所述发射出的超声波经所述组织位置点回到所述阵元的时长之差的绝对值是否小于或等于采样间隔时长;
- [0032] 如果是,则确定所述采样点能够反映从所述组织位置点散射的超声回波信息;
- [0033] 叠加各个阵元对应的通道中所述能够反映从所述组织位置点散射的超声回波信息的采样点的幅值,得到从所述组织位置点散射的超声回波信号的信号强度幅值。
- [0034] 优选地,所述确定发射出的超声波经所述组织位置点回到所述阵元位置的时长,包括:
- [0035] 在所述环形阵列探头内各个阵元排列形成的环形所在平面构建坐标系,
- [0036] 确定所述位置点在所述坐标系下的坐标;
- [0037] 确定所述阵元在所述坐标系下的坐标;
- [0038] 确定所述组织位置点对应的像素点在所述坐标系下的坐标;
- [0039] 基于所述组织位置点对应的像素点的坐标、所述位置点的坐标以及超声波的传播速度,确定超声波的前向传输时长;
- [0040] 基于所述组织位置点对应的像素点的坐标、所述阵元的坐标和超声波的传播速

度,确定超声波的反向传输时长;

[0041] 将所述前向传输时长和所述反向传输时长相加,得到发射出的超声波经所述组织位置点对应的像素点回到所述阵元位置的时长。

[0042] 优选地,所述依据所述射频信号图像生成超声图像,包括:

[0043] 对所述射频信号图像进行取信号包络、对数压缩、调整动态范围和数字扫描变换,生成超声图像。

[0044] 另一方面,本申请提供了一种超声成像装置,应用于超声内镜系统,所述超声内镜系统具有环形阵列探头,包括:

[0045] 位置点确定单元,用于从所述环形阵列探头的内部空间中,确定一个用于模拟超声波发射源的位置点;

[0046] 模拟时长确定单元,用于针对环形阵列探头上的每个阵元,确定以所述位置点确定单元确定出的所述位置点模拟射出的超声波传播到所述阵元所需的模拟时长;

[0047] 模拟时刻确定单元,用于按照所述模拟时长确定单元确定出的所述环形阵列探头上各个阵元对应的模拟时长,确定以所述位置点确定单元确定出的所述位置点模拟射出的超声波分别经各个阵元射出的模拟时刻,其中,依据各个阵元的所述模拟时刻推算出的以所述位置点模拟发射出超声波的起始时刻均相同;

[0048] 控制发射单元,用于针对每个阵元,在到达所述模拟时刻确定单元确定出的该阵元对应的模拟时刻时,控制该阵元发射超声波;

[0049] 图像生成单元,用于基于各个阵元接收到的超声回波信号,生成用于生成超声图像的射频信号图像。

[0050] 优选地,超声成像装置还包括:

[0051] 检测单元,用于检测从所述环形阵列探头的内部空间中确定出的用于模拟超声波发射源的位置点的数量是否到达预设数量;如果否,触发第一处理单元执行;如果是,触发第二处理单元执行;

[0052] 所述第一处理单元,用于从所述环形阵列探头的内部空间中,选取一个未被选为所述位置点的点作为用于模拟超声波发射源的位置点,并基于当前确定的位置点,触发所述模拟时长确定单元执行,得到以当前确定的位置点生成的射频信号图像;

[0053] 所述第二处理单元,用于依据以该预设数量个位置点分别生成的所述射频信号图像,进行像素点幅值的叠加,得到叠加后的射频信号图像;并基于所述叠加后的射频信号图像,生成超声图像。

[0054] 由以上方案可知,本申请实施例中,在环形阵列探头的内部空间中选定某一位置点作为模拟超声波发射源的虚拟声源。通过模拟以该虚拟声源射出的超声波到达该环形阵列探头中各个阵元的模拟时长,可以分别确定各个阵元发射超声波的模拟时刻,而各个阵元按照相应的模拟时刻发射超声波,实际上就类似从该虚拟声源发射出球面超声波,在此基础上,由于超声波扫射到的组织区域的各个位置点都会有超声回波信号,基于接收到的超声回波信号即可形成一幅超声图像。由此可知,基于本申请的方案,只需要控制每个阵元发射一次超声波,便可得到用于生成超声图像的射频信号图像,从而无需控制每个多次发射超声波,便可以基于得到的射频信号图像生成超声图形。相比现有的聚焦扫描线成像方式而言,极大的提高了成像速度,实现了具有环形阵列探头的超声内镜系统的快速成

像。

附图说明

[0055] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,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地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,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,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0056] 图1是本申请实施例的超声成像方法所适用的一种超声内镜系统的组成架构示意图;

[0057] 图2是本申请实施例的一种超声成像方法的一种流程示意图;

[0058] 图3是本申请实施例的生成射频信号图像的流程示意图;

[0059] 图4是本申请实施例的一种超声成像方法的又一种流程示意图;

[0060] 图5是本申请实施例的超声成像方法的仿真实验结果;

[0061] 图6是本申请实施例的一种超声成像装置的一种组成示意图。

具体实施方式

[0062] 为了便于理解本申请的方案,先对本申请的方案中所涉及到一些技术名词、简写或缩写进行介绍:

[0063] 帧频:每秒成像帧数。

[0064] 聚焦扫描线成像:激励多个阵元,这些阵元可能是探头的所有阵元,也可能是临近的几个阵元,使这些阵元发射的超声波聚焦至某一位置点,再将 这些阵元接收到的从该位置点返回的信号累加在一起,这样一次发射和一次 接收,形成一条扫描线。重复执行上述过程进行不同位置点的发射聚焦和接 收,获得多条扫描线,将多条扫描线变换成一幅超声图像。

[0065] 本申请实施例的一种超声成像方法及装置,适用于提高具有环形阵列超 声探头的超声内镜系统的帧率,以使得具有环形阵列超声探头的超声内镜系 统能够快速成像。

[0066] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行 清楚、完整地描述,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。

[0067] 为了便于理解,先对本申请的方案所适用的超声内镜系统进行介绍。如, 参见图 1,其示出了本申请超声成像方法所适用的一种超声内镜系统的组成架 构示意图。

[0068] 在图1所示的超声内镜系统100中包括:超声探头10、超声发射模块20、 超声接收模块30、处理模块40和显示模块50。

[0069] 其中,超声探头10,也叫超声换能器,是一种声-电可逆转换器件,可将 高频电能转换为超声机械能向外辐射,并接收超声回波将声能转换为电能。

[0070] 超声探头10可以包括多个阵元,考虑到硬件成本等因素,阵元数量在 128-256之间。在本申请中,这些阵元按照环形排列,可以称作环形阵列探头。其中,每个阵元可以按照不同的时间顺序被激励发出超声波,各个阵元所发 出的超声波发生相干叠加,形成以不

同形态的波阵面向外传播的超声波,超声波向外传播的形式可以是聚焦于某一点,也可以是平面波或球面波;在本申请中,所有阵元按照特定的时间顺序被激励,所发射出的超声波向外传播的形式为球面波。

[0071] 超声发射模块20与超声探头10相连接,用于发出电压脉冲信号,对超声探头10的各个阵元进行激励,发出超声波。

[0072] 超声接收模块30与超声探头10相连接,用于接收超声探头10的各个阵元接收到的超声回波信号,其中,超声回波信号可以是电压信号。

[0073] 处理模块40与超声发射模块20和超声接收模块30相连接,用于控制超声发射模块20对超声探头10的各个阵元进行激励,还可以用于获取超声接收模块接收到的超声回波信号,并利用超声回波信号生成超声图像。

[0074] 显示模块50与处理模块40相连接,用于显示生成的超声图像,以供用户查看超声图像。

[0075] 下面结合流程图对本申请实施例中超声成像方法进行介绍。如,参见图2,其示出了本申请超声成像方法一个实施例的流程示意图,本实施例的方法应用于具有环形阵列探头的超声内镜系统,可以由前面提到的超声内镜系统100中的处理模块40执行,该方法可以包括:

[0076] S201,从环形阵列探头的内部空间中,确定一个用于模拟超声波发射源的位置点。

[0077] 其中,环形阵列探头的内部空间指的是探头内各个阵元排列形成的环形区域,位置点可以是环形区域中任意一点,具体可以根据实际需要设定,本申请对此不加限制,例如环形区域的中心点。

[0078] 需要说明的是,由于选取该位置点的目的是为了后续通过控制各个阵元发射超声波的时刻,使得各个针对发射的超声波可以形成类似从该位置点射出的球状超声波,因此,选取的该位置点实际上就是选取用于模拟该球状超声波的虚拟声源。

[0079] S202,针对环形阵列探头上的每个阵元,确定以该位置点模拟射出的超声波传播到该阵元所需的模拟时长。

[0080] 可以理解的是,由于该位置点仅仅是一个虚拟声源,并不具备发射超声波的能力,因此,本步骤中实际上是在假设该位置点能够射出超声波的情况下,模拟出从该位置点射出的超声波传播到各个阵元所需的时长。其中,为了便于区分,将模拟以该位置点模拟射出的超声波传播到阵元所需的时长称为模拟时长。

[0081] 其中,以位置点模拟射出的超声波传播到该阵元所需的模拟时长可以基于位置点到该阵元位置之间的距离和超声波的传播速度计算出来。

[0082] 在具体实现时,以环形的中心点为圆心,环形所在平面上任意两个垂直方向为x方向和z方向,建立坐标系。在环形内选定某一点作为虚拟声源i,坐标为 (x_i, z_i) 。

[0083] 假设该虚拟声源i发出超声波,以球面波的形式向外传播。利用公式一可以计算出以虚拟声源i模拟射出的超声波传播到阵元j所需的模拟时长 $t_i(j)$ 。

$$[0084] \quad t_i(j) = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (z_i - z_j)^2} / c \quad (\text{公式一});$$

[0085] 其中c为超声在组织中的传播速度,一般定义为1540米/秒。j代表环形阵列探头

的一个阵元, (x_j, z_j) 为阵元 j 的位置坐标。

[0086] S203, 按照环形阵列探头上各个阵元对应的模拟时长, 确定以位置点模拟射出的超声波分别经各个阵元射出的模拟时刻。

[0087] 与前面模拟时长类似, 由于位置点并不会发射超声波, 该步骤203中实际上是模拟该位置点在某个时刻点射出超声波的情况下, 该时刻点从该位置点射出的超声波经该阵元所在位置射出的时刻, 将该时刻称为模拟时刻。

[0088] 可以理解的是, 确定各个阵元的模拟时刻的依据就是需要保证各个阵元射出的超声波可以形成类似该位置点射出球状超声波, 因此, 依据各个阵元的模拟时刻推算出的以该位置点模拟发射出超声波的起始时刻均相同。

[0089] 可以理解的是, 确定以各个阵元的模拟时刻可以有多种不同的实现。在一种可能的实现中, 可以环形阵列探头中, 确定对应的模拟时长最短的基准阵元, 并设置以选定的位置点模拟射出的超声波经基准阵元射出的模拟时刻, 确定各个阵元与该基准阵元的相对模拟时长差, 基于各个阵元与基准阵元的相对模拟时长差以及基准阵元对应的模拟时刻, 确定以该位置点模拟射出的超声波分别经各个阵元射出的模拟时刻。

[0090] 在具体实现时, 基于上述计算得到的 $t_i(j)$, 利用公式二可以得到各个阵元与该基准阵元的相对模拟时长差 $\Delta t_i(j)$ 。

[0091] $\Delta t_i(j) = t_i(j) - \min(t_i(j))$ (公式二);

[0092] 其中, $\min(t_i(j))$ 为最短的模拟时长。以 $\min(t_i(j))$ 对应的阵元作为基准阵元, 设置以选定的位置点模拟射出的超声波经该基准阵元射出的模拟时刻为 t_0 , 在 t_0 的基础上, 延迟 $\Delta t_i(j)$ 得到的时刻即为以该位置点模拟射出的超声波分别经各个阵元射出的模拟时刻。

[0093] 可以理解的是, 若环形阵列探头的阵元数为 J , 则可以得到 J 个模拟时长差 $\Delta t_i(j)$ 。

[0094] 例如, 环形阵列探头包括5个阵元A、B、C、D、E, 各个阵元对应的模拟时长分别为5微秒、10微秒、7微秒、12微秒、8微秒。以模拟时长为5微秒的阵元A作为基准阵元, 各个阵元与基准阵元的相对模拟时长差是0微秒、5微秒、2微秒、7微秒、3微秒, 阵元B的模拟时刻为阵元A的模拟时刻加5微秒, 阵元C的模拟时刻为阵元A的模拟时刻加2微秒, 阵元D的模拟时刻为阵元A的模拟时刻加7微秒, 阵元E的模拟时刻为阵元A的模拟时刻加3微秒。

[0095] 在另一种可能的实现中, 可以先确定以该位置点模拟发射出超声波的起始时刻, 基于各个阵元对应的模拟时长, 确定以位置点模拟射出的超声波分别经各个阵元射出的模拟时刻。

[0096] 在上述例子中, 阵元A的模拟时刻为起始时刻减去5微秒, 阵元B的模拟时刻为起始时刻减去10微秒, 阵元C的模拟时刻为起始时刻减去7微秒, 阵元D的模拟时刻为起始时刻减去12微秒, 阵元E的模拟时刻为起始时刻减去8微秒。

[0097] S204, 针对每个阵元, 在到达该阵元对应的模拟时刻时, 控制该阵元发射超声波。

[0098] 其中, 各个阵元按照相应的模拟时刻发射超声波, 实际上就类似从该虚拟声源发射出球面超声波。。

[0099] S205, 基于各个阵元接收到的超声回波信号, 生成用于生成超声图像的射频信号图像。

[0100] 可以理解的是,在得到该射频信号图像之后,便可以利用该射频信号图像生成用于诊断的超声图像。

[0101] 其中,在一种可能的实现中,依据射频信号图像生成超声图像,包括:对射频信号图像进行取信号包络、对数压缩、调整动态范围和数字扫描变换,生成超声图像。其中,本申请中,超声图像可以是B超灰度图像。

[0102] 本申请实施例中,本申请实施例中,在环形阵列探头的内部空间中选定某一位置点作为模拟超声波发射源的虚拟声源。通过模拟以该虚拟声源射出的超声波到达该环形阵列探头中各个阵元的模拟时长,可以分别确定各个阵元发射超声波的模拟时刻,而各个阵元按照相应的模拟时刻发射超声波,实际上就类似从该虚拟声源发射出球面超声波,在此基础上,由于超声波扫描到的组织区域的各个位置点都会有超声回波信号,基于接收到的超声回波信号即可形成一幅超声图像。由此可知,基于本申请的方案,只需要控制每个阵元发射一次超声波,便可得到用于生成超声图像的射频信号图像,从而无需控制每个多次发射超声波,便可以基于得到的射频信号图像生成超声图形。相比现有的聚焦扫描线成像方式而言,极大的提高了成像速度,实现了具有环形阵列探头的超声内镜系统的快速成像。

[0103] 本申请实施例中,采用模拟以虚拟声源发射超声波的方法,实际形成的超声波波阵面是规则形状,可以实现超声波发射过程中对前向传播时间的精确计算,以便准确确定出图像像素点对应的组织位置点散射的超声回波信号的信号强度幅值,得到图像质量高的图像。同时,采用模拟以虚拟声源发射超声波的方法,可以减少各个阵元之间发出的超声波的干扰,形成高信号强度的波阵面,相应地超声回波信号的信号强度也较高,这会提高信噪比,从而提高生成的图像的图像质量。

[0104] 为了便于理解,下面对上面实施例中生成射频信号图像的方式进行具体介绍。参见图3,其示出了本申请生成用于生成超声图像的射频信号图像的流程图示意图,包括:

[0105] S301,从超声探测的生物体组织中,确定待生成的射频信号图像中各个像素点各自对应的组织位置点。

[0106] S302,针对每个像素点对应的组织位置点从各个阵元接收到的超声回波信号中,确定出由该组织位置点散射的超声回波信号的信号强度幅值。

[0107] 其中,每个阵元接收到的超声回波信号可能包括从多个组织位置点散射的超声回波信号,还可能包括噪声信号,所以需要对接收到的超声回波信号进行筛选,从各个阵元接收到的超声回波信号中,筛选出从同一组织位置点散射的超声回波信号。在一种可能的实现中,对各个阵元接收到的超声回波信号进行筛选,包括:

[0108] S3011,针对每个阵元,确定发射出的超声波经组织位置点回到该阵元位置的时长。

[0109] 其中,发射出的超声波经组织位置点回到阵元位置的时长包括超声波的前向传输时长和反向传输时长,其中前向传输时长指的是超声波从发射位置到达组织位置点的时长,可以基于位置点与组织位置点之间的距离和超声波的传播速度计算出来。反向传输时长指的是超声回波从组织位置点到达接收超声回波的阵元的时长,可以基于组织位置点到阵元位置之间的距离和超声波的传播速度计算出来。

[0110] 具体实现时,成像平面与环形阵列探头内各个阵元排列形成的环形所在平面是

同一个平面,在以环形的中心点为圆心,环形所在平面上任意两个垂直方向为x方向和z方向,建立的坐标系下,设定所要生成的超声图像的像素点数为 $N=N_x \times N_z$,其中 N_x, N_z 分别是x方向和z方向上图像像素的行数和列数,像素点n的坐标表示为 (x_n, z_n) ,n为 $1, 2, \dots, N$ 。

[0111] 各个像素点分别与某一个组织位置点相对应,相应地,位置点与某一组织位置点之间的距离可以通过在上述建立的坐标系下计算 (x_i, z_i) 与 (x_n, z_n) 两点之间的距离得到。

[0112] 利用公式三可以得到超声波从虚拟声源i到达与像素点n对应的组织位置点的时长。

$$[0113] \quad t_{i_forward}(n) = \sqrt{(x_i - x_n)^2 + (z_i - z_n)^2} / c \quad (\text{公式三});$$

[0114] 利用公式四可以得到超声波从与像素点n对应的组织位置点回到阵元j的时长。

$$[0115] \quad t_{backward}(n, j) = \sqrt{(x_j - x_n)^2 + (z_j - z_n)^2} / c \quad (\text{公式四});$$

[0116] 则总时长为:

$$[0117] \quad t_{total}(n, j) = t_{i_forward}(n) + t_{backward}(n, j) \quad (\text{公式五});$$

[0118] 其中, $t_{i_forward}(n)$ 为前向传输时长, $t_{backward}(n, j)$ 为反向传输时长, $t_{total}(n, j)$ 为发射出的超声波经与像素点对应的组织位置点回到阵元j位置的时长。

[0119] 可以理解的是,若环形阵列探头的阵元数目为J,则可以得到 $N \times J$ 个时间延迟数据 $t_{total}(n, j)$ 。

[0120] S3012,确定该阵元对应的通道对超声回波信号进行采样的采样间隔时长。

[0121] 其中,每个阵元对应的通道从位置点模拟发射出超声波的起始时刻开始对超声回波信号进行采样,从位置点模拟发射出超声波的起始时刻就是第1个采样点的采样时刻。

[0122] 每个阵元对应的通道对超声回波信号进行采样的采样间隔时长也就是两个采样点之间的间隔时长,可以通过采样频率得到。

[0123] S3013,针对该阵元对应的通道对超声回波信号进行采样得到的每个采样点,确定采样点的采样时刻相对于位置点模拟发射出超声波的起始时刻的采样时长。

[0124] 其中,在一种可能的实现中,采样点的采样时刻相对于位置点模拟发射出超声波的起始时刻的采样时长可以通过如下方式获取:获取阵元对应的通道对超声回波信号的采样频率;针对每个阵元对应的通道,获取各个采样点的采样序号;基于采样频率和采样序号,确定各个采样点的采样时刻相对于位置点模拟发射出超声发射时刻的采样时长。

[0125] 具体实现时,第j个阵元对应的通道接收到超声回波射频信号的第d个采样点的采样时刻相对于超声发射时刻的采样时长 $t_j(d)$ 为:

$$[0126] \quad t_j(d) = (d-1) / f_s \quad (\text{公式六});$$

[0127] 其中, f_s 为采样频率。

[0128] 可以理解的是,每个阵元的采样点数为D,可以得到 $D \times J$ 个采样时长。

[0129] S3014,判断采样点的采样时长与发射出的超声波经该组织位置点回到阵元的时长之差的绝对值是否小于或等于采样间隔时长;

[0130] S3015,如果是,则确定该采样点能够反映从该组织位置点散射的超声回波信息。

[0131] 在具体实现时,对于在第j个阵元对应的通道中的第d个采样点对应的 $t_j(d)$,在所有同样对应于通道j的 $t_{total}(n, j)$ 中进行搜索,如果 $|t_j(d) - t_{total}(n, j)| \leq 1/f_s$,则认为第j个通道中的第d个采样点反映了从组织位置点n散射的超声回波信息。

[0132] S3016,叠加各个阵元对应的通道中的能够反映从组织位置点散射的超声回波信息的采样点的幅值,得到从组织位置点散射的超声回波信号的信号强度幅值。

[0133] 在具体实现时,将所有阵元对应的通道中能够反映从组织位置点散射的超声回波信息的采样点的幅值 d_j 求和,得到组织位置点n的散射信号强度的幅值 P_n 。

$$[0134] \quad P_n = \sum_{j=1}^J d_j \quad (\text{公式七});$$

[0135] 可以理解的是,散射系数越强的组织,该信号强度的幅值越大。

[0136] S303,基于各个像素点对应的组织位置点散射的超声回波信号的信号强度幅值,生成射频信号图像。

[0137] 可以理解的是,将所有像素点对应的组织位置点散射的超声回波信号的信号强度幅值绘制成一幅二维图像,就反映了组织中不同超声散射系数的组织的分布情况,也即获得了一幅射频信号图像。

[0138] 上述实施例一中由于实际形成的是以球面波形式向外传播的超声波,不聚焦,所以成像质量不高。且相邻阵元之间夹角大,发射时声波能量快速分散,接收时某个方向的回波信号只有少数几个阵元能够有效接收,信噪比低,这也导致成像质量差。为了提高成像质量,如,参见图4,其示出了本申请超声成像方法又一个实施例的流程示意图,该方法包括:

[0139] S401,从环形阵列探头的内部空间中,确定一个用于模拟超声波发射源的位置点。

[0140] S402,针对环形阵列探头上的每个阵元,确定以位置点模拟射出的超声波传播到该阵元所需的模拟时长。

[0141] S403,按照环形阵列探头上各个阵元对应的模拟时长,确定以位置点模拟射出的超声波分别经各个阵元射出的模拟时刻。

[0142] 其中,依据各个阵元的模拟时刻推算出的以该位置点模拟发射出超声波的起始时刻均相同。

[0143] S404,针对每个阵元,在到达该阵元对应的模拟时刻时,控制该阵元发射超声波。

[0144] S405,基于各个阵元接收到的超声回波信号,生成用于生成超声图像的射频信号图像。

[0145] 其中,步骤S401~S405可参见上面的实施例的介绍,此处不再赘述。

[0146] S406,检测从环形阵列探头的内部空间中确定出的用于模拟超声波发射源的位置点的数量是否到达预设数量;如果否,执行步骤S407,如果是,执行步骤S408。

[0147] S407,从环形阵列探头的内部空间中,选取一个未被选为位置点的点作为用于模拟超声波发射源的位置点,并基于当前确定的位置点,返回执行步骤S402~S405,得到以当前确定的位置点生成的射频信号图像。

[0148] S408,依据以该预设数量个位置点分别生成的射频信号图像,进行像素点幅值的

叠加,得到叠加后的射频信号图像。

[0149] S409,基于叠加后的射频信号图像,生成超声图像。

[0150] 可以理解的是,位置点的数量能够反映生成一幅超声图像所需执行超声波发射的次数,位置点的数量越多,生成一幅超声图像所需执行超声波发射的次数就越多,生成一幅超声图像所需的时间也就越长,帧率也就越低。为了避免帧率降低,位置点的数量不能太多,优选地,预设数量可以是10~100。

[0151] 其中,在一种可能的实现中,基于叠加后的射频信号图像,生成超声图像,包括:对射频信号图像进行取信号包络、对数压缩、调整动态范围和数字扫描变换,生成超声图像。

[0152] 本申请实施例中,在环形阵列探头内部空间中选取多个不同的位置点作为模拟超声波发射源的虚拟声源,将基于确定的位置点生成射频信号图像的过程重复多次,生成多幅射频信号图像,并将生成的多幅射频信号图像进行像素点幅值的叠加,可以得到一幅新的高质量的射频信号图像。这个过程可以称为时域叠加模拟空间相干复合。这种方式中,将每次发射得到的射频信号图像叠加在一起,等价于当多个不同声源同时发射时,在生物体组织中形成的空间相干叠加效果,也即通常所说的“聚焦”效果。因此,采用这种方式,可以实现只进行少数几次超声波发射,就在成像平面内所有位置(像素点)上形成发射聚焦,在保持高帧频的情况下,大幅提高了图像质量。

[0153] 参见图5,其示出了本申请实施例的超声成像方法的仿真实验结果。上一排为环形阵列探头、点状散射体和虚拟声源的位置示意图,黑色圆环为环形阵列探头,圆环外侧的点为点状散射体,圆环内侧的点为虚拟声源,从左到右分别设置为1、5、11个虚拟声源。下一排为仿真计算得到的B超灰度图像结果,可以看到,随着虚拟声源数量的增加,图像中的伪影被很好的抑制,图像质量大幅提升。

[0154] 对应本申请的一种超声成像方法,本申请还提供了一种超声成像装置。

[0155] 如,参见图6,其示出了本申请一种超声成像装置一个实施例的组成结构示意图,该装置可以应用于具有环形阵列探头的超声内镜系统中。该装置可以包括:

[0156] 位置点确定单元601,用于从所述环形阵列探头的内部空间中,确定一个用于模拟超声波发射源的位置点;

[0157] 模拟时长确定单元602,用于针对环形阵列探头上的每个阵元,确定以所述位置点确定单元601确定出的所述位置点模拟射出的超声波传播到所述阵元所需的模拟时长;

[0158] 模拟时刻确定单元603,用于按照所述模拟时长确定单元602确定出的所述环形阵列探头上各个阵元对应的模拟时长,确定以所述位置点确定单元601确定出的所述位置点模拟射出的超声波分别经各个阵元射出的模拟时刻,其中,依据各个阵元的模拟时刻推算出的以所述位置点模拟发射出超声波的起始时刻均相同;

[0159] 控制发射单元604,用于针对每个阵元,在到达所述模拟时刻确定单元603确定出的该阵元对应的模拟时刻时,控制该阵元发射超声波;

[0160] 图像生成单元605,用于基于各个阵元接收到的超声回波信号,生成用于生成超声图像的射频信号图像。

[0161] 在一种可能的实现方式中,所述装置还包括:

[0162] 超声图像生成单元,用于在所述图像生成单元605生成用于生成超声图像的射频

信号图像之后,依据所述射频信号图像生成超声图像。

[0163] 在一种可能的实现方式中,所述装置还包括:

[0164] 检测单元,用于检测从所述环形阵列探头的内部空间中确定出的用于模拟超声波发射源的位置点的数量是否到达预设数量;如果否,触发第一处理单元执行;如果是,触发第二处理单元执行;

[0165] 所述第一处理单元,用于从所述环形阵列探头的内部空间中,选取一个未被选为所述位置点的点作为用于模拟超声波发射源的位置点,并基于当前确定的位置点,触发所述模拟时长确定单元执行,得到以当前确定的位置点生成的射频信号图像;

[0166] 所述第二处理单元,用于依据以该预设数量个位置点分别生成的所述射频信号图像,进行像素点幅值的叠加,得到叠加后的射频信号图像;并基于所述叠加后的射频信号图像,生成超声图像。

[0167] 在一种可能的实现方式中,所述模拟时刻确定单元603具体用于:

[0168] 从环形阵列探头中,确定对应的所述模拟时长最短的基准阵元,并设置以所述位置点模拟射出的超声波经所述基准阵元射出的模拟时刻;

[0169] 确定所述各个阵元与所述基准阵元的相对模拟时长差;

[0170] 基于所述各个阵元与所述基准的相对模拟时长差,以及所述基准阵元对应的模拟时刻,确定所述以所述位置点模拟射出的超声波分别经各个阵元射出的模拟时刻。

[0171] 在一种可能的实现方式中,图像生成单元605包括:

[0172] 第一确定子单元,用于从超声探测的生物体组织中,确定待生成射频信号图像中各个像素点各自对应的组织位置点;

[0173] 第二确定子单元,用于针对每个像素点对应组织位置点,从各个阵元接收到的超声回波信号中,确定出由所述组织位置点散射的超声回波信号的信号强度幅值;

[0174] 图像生成子单元,用于基于所述各个像素点对应的组织位置点散射的超声回波信号的信号强度幅值,生成所述射频信号图像。

[0175] 在一种可能的实现方式中,第二确定子单元包括:

[0176] 第一时长确定子单元,用于针对每个阵元,确定发射出的超声波经所述组织位置点回到所述阵元位置的时长;

[0177] 第二时长确定子单元,用于确定所述阵元对应的通道对超声回波信号进行采样的采样间隔时长;

[0178] 第三时长确定子单元,用于所述阵元对应的通道对超声回波信号进行采样得到的每个采样点,确定所述采样点的采样时刻相对于所述位置点模拟发射出超声波的起始时刻的采样时长;

[0179] 回波信息确定子单元,用于判断所述采样点的采样时长与所述发射出的超声波经所述组织位置点回到所述阵元的时长之差的绝对值是否小于或等于采样间隔时长;如果是,则确定所述采样点能够反映从所述组织位置点散射的超声回波信息;

[0180] 叠加子单元,用于叠加各个阵元对应的通道中所述能够反映从所述组织位置点散射的超声回波信息的采样点的幅值,得到从所述组织位置点散射的超声回波信号的信号强度幅值。

[0181] 可选地,所述确定发射出的超声波经所述组织位置点回到所述阵元位置的时长,

包括：

[0182] 确定所述位置点与所述组织位置点对应的像素点之间的距离；

[0183] 基于所述位置点与所述组织位置点对应的像素点之间的距离以及超声波的传播速度，确定超声波的前向传输时长；

[0184] 确定所述组织位置点对应的像素点与所述阵元位置之间的距离；

[0185] 基于所述组织位置点对应的像素点与所述阵元位置之间的距离和超声波的传播速度，确定超声波的反向传输时长；

[0186] 将所述前向传输时长和所述反向传输时长相加，得到发射出的超声波经所述组织位置点对应的像素点回到所述阵元位置的时长。

[0187] 在一种可能的实现方式中，所述超声图像生成单元具体用于：

[0188] 对所述射频信号图像进行取信号包络、对数压缩、调整动态范围和数字扫描变换，生成超声图像。

[0189] 对于本发明实施例的超声成像装置而言，由于其与上面实施例中的超声成像方法相对应，所以描述的比较简单，相关相似之处请参见上面实施例中超声成像方法部分的说明即可，此处不再详述。

[0190] 需要说明的是，本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。

[0191] 为了描述的方便，描述以上系统或装置时以功能分为各种模块或单元分别描述。当然，在实施本申请时可以把各单元的功能在同一个或多个软件和/或硬件中实现。

[0192] 通过以上的实施方式的描述可知，本领域的技术人员可以清楚地了解到本申请可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品可以存储在存储介质中，如ROM/RAM、磁碟、光盘等，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等等）执行本申请各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

[0193] 最后，还需要说明的是，在本文中，诸如第一、第二、第三和第四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。

[0194] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

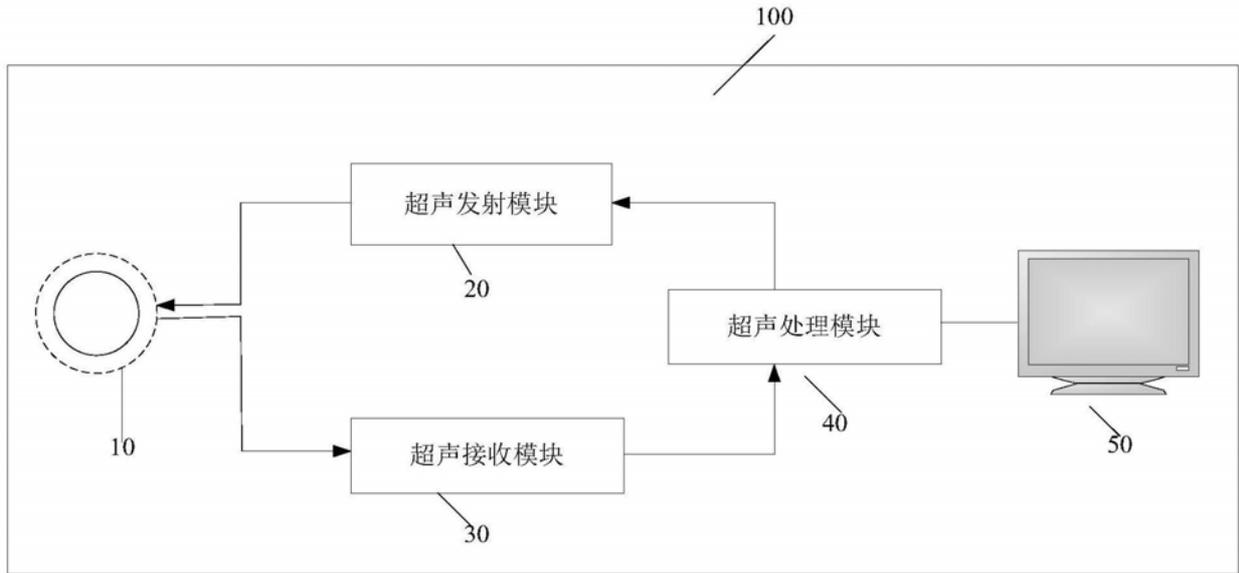


图1

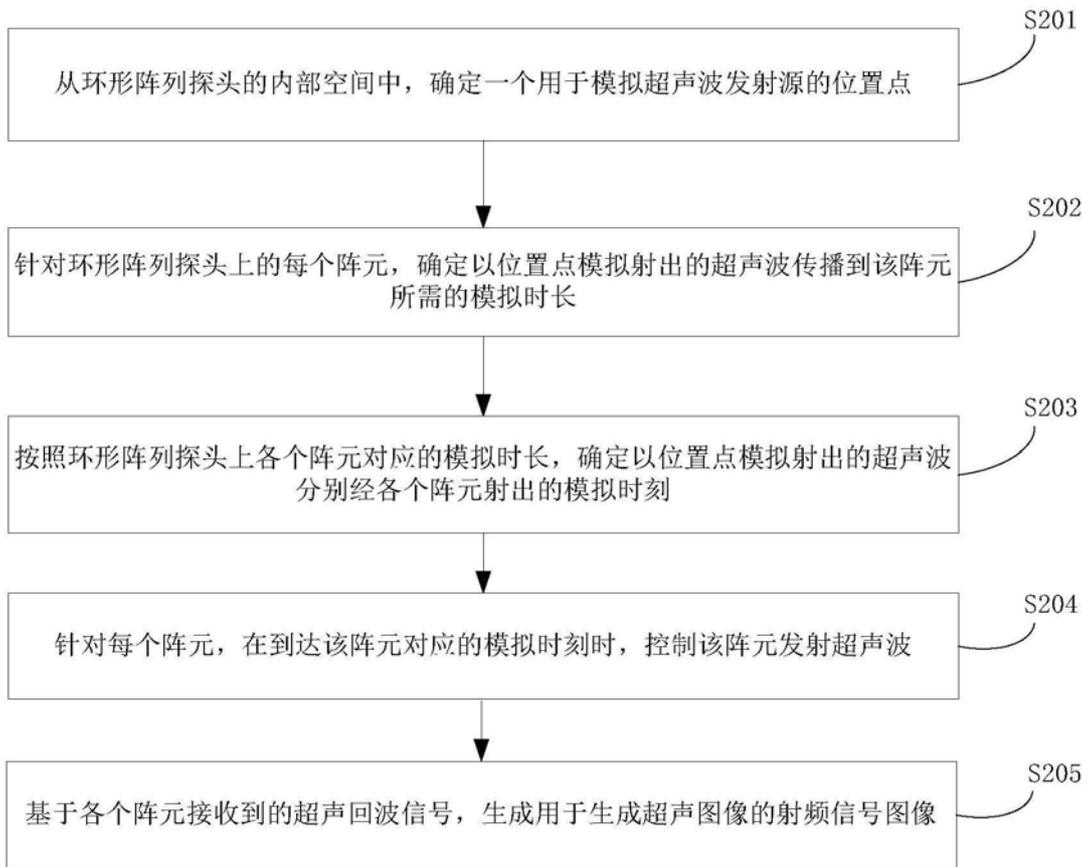


图2

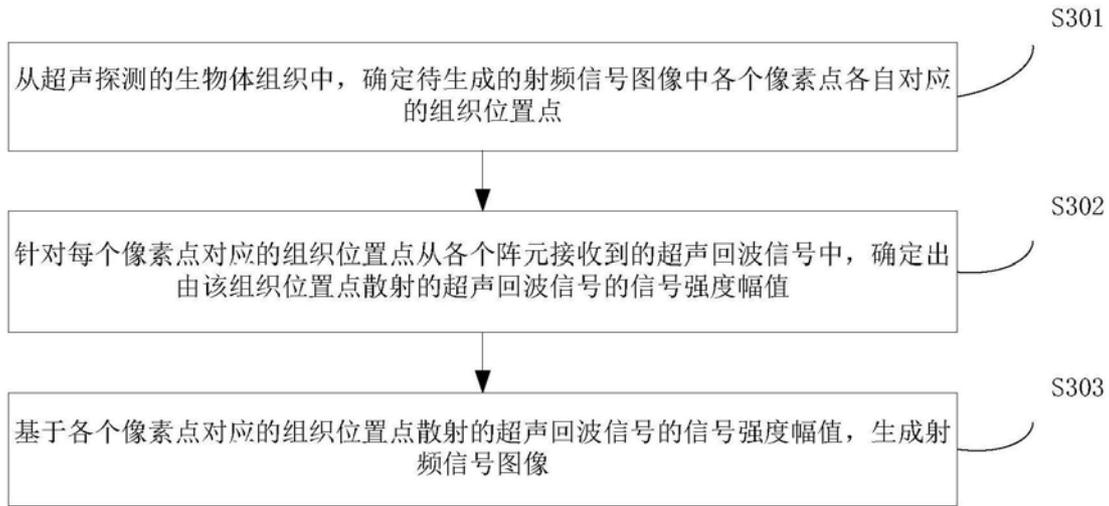


图3

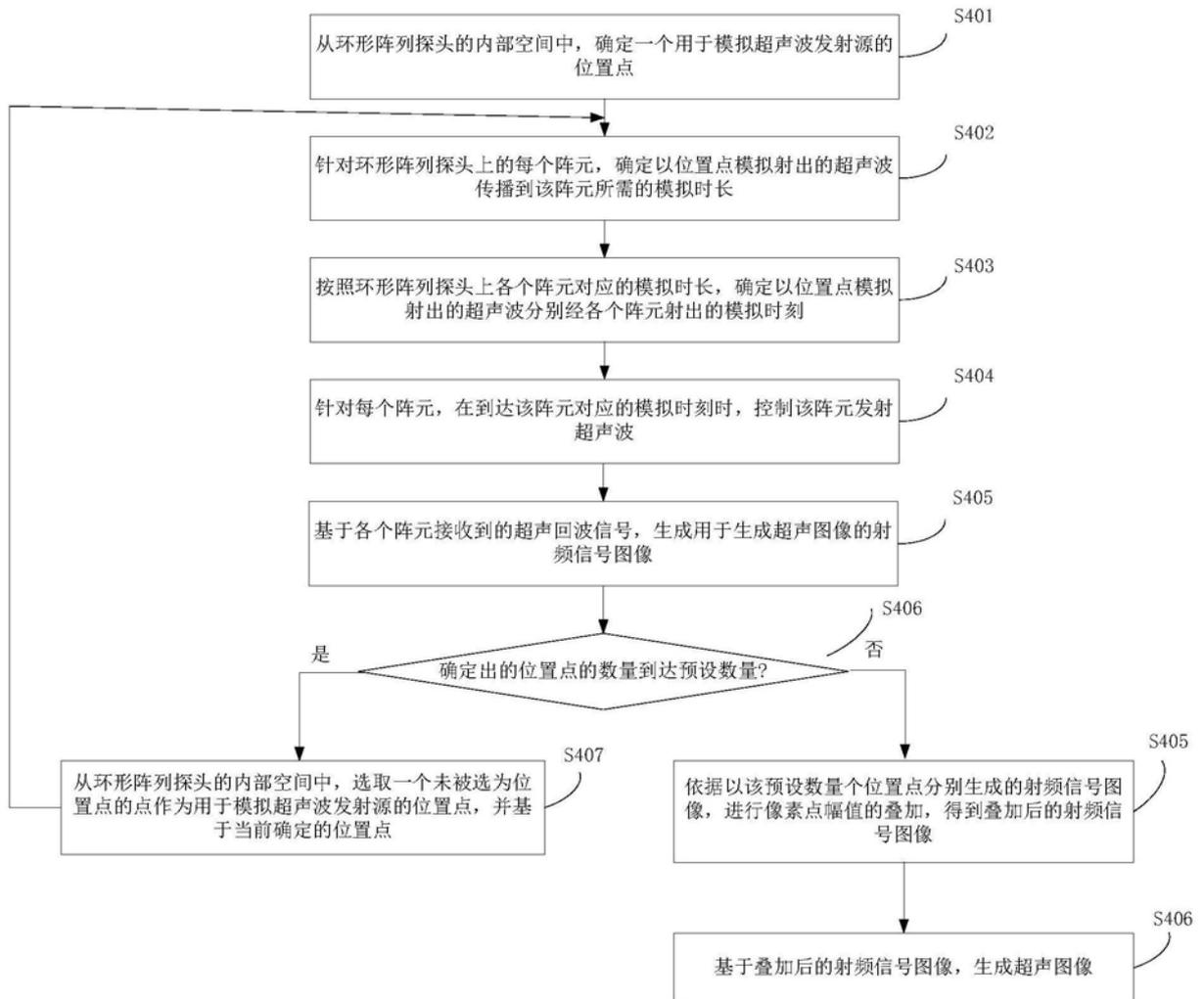


图4

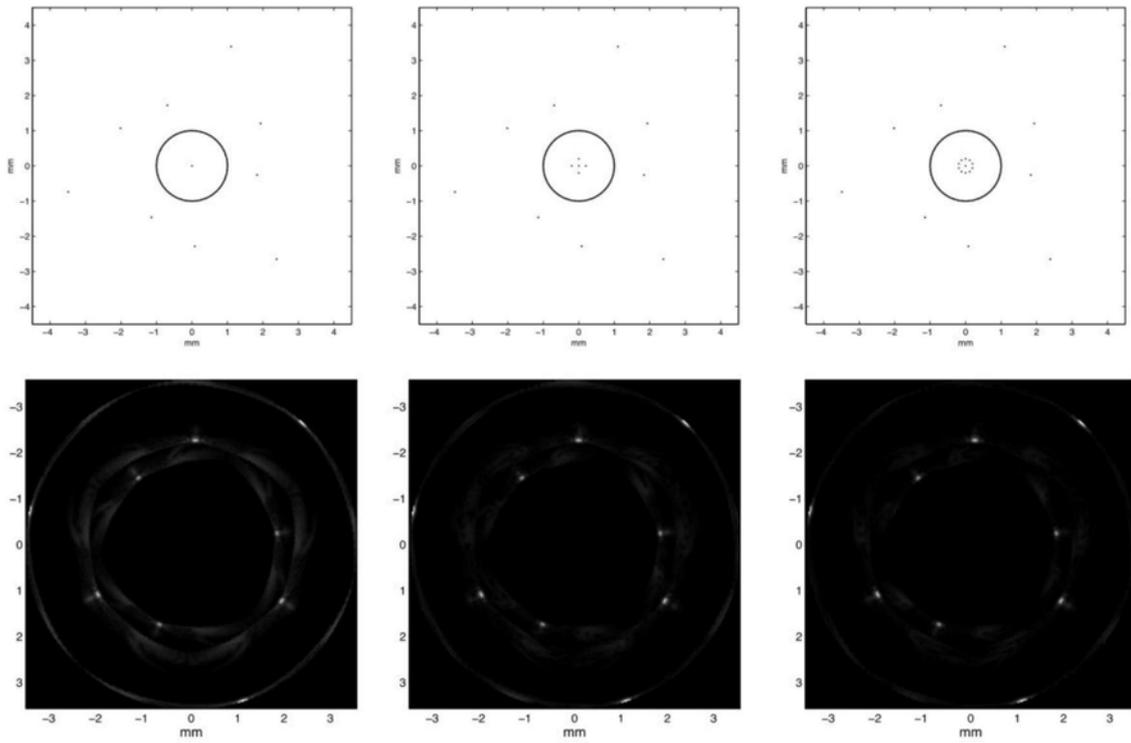


图5



图6

专利名称(译)	一种超声成像方法及装置		
公开(公告)号	CN109758091A	公开(公告)日	2019-05-17
申请号	CN201811467260.4	申请日	2018-12-03
[标]申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
当前申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
[标]发明人	马腾 王丛知 肖杨 刘佳妹 郑海荣		
发明人	马腾 王丛知 肖杨 刘佳妹 郑海荣		
IPC分类号	A61B1/00 A61B8/00 A61B8/08 A61B8/12		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本申请公开了一种超声成像方法及装置，在环形阵列探头的内部空间中选定某一位置点作为模拟超声波发射源的虚拟声源。通过模拟以该虚拟声源射出的超声波到达该环形阵列探头中各个阵元的模拟时长，可以分别确定各个阵元发射超声波的模拟时刻，而各个阵元按照相应的模拟时刻发射超声波，实际上就类似从该虚拟声源发射出球面超声波，在此基础上，由于超声波扫描到的组织区域的各个位置点都会有超声回波信号，基于接收到的超声回波信号即可形成一幅超声图像。基于本申请的方案，只需要控制每个阵元发射一次超声波，便可得到用于生成超声图像的射频信号图像，实现了具有环形阵列探头的超声内镜系统的快速成像。

