



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111374704 A

(43)申请公布日 2020.07.07

(21)申请号 201911315608.2

(22)申请日 2019.12.18

(30)优先权数据

16/237,154 2018.12.31 US

(71)申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 托马斯·休普夫

克里斯汀·弗里茨·佩雷

托马斯·安德鲁·克劳斯

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 侯颖嫒 钱慰民

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

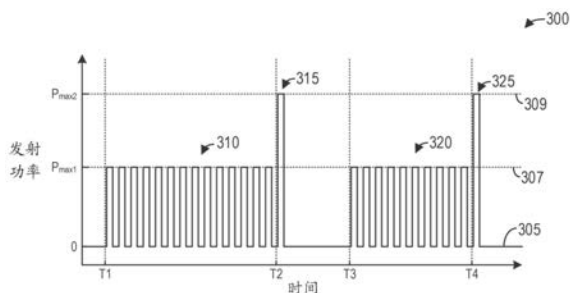
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54)发明名称

用于在超声扫描期间增加发射功率的方法和系统

(57)摘要

本发明提供了用于超声成像的各种方法和系统。在一个实施方案中,方法包括在超声扫描期间使用第一发射功率采集一系列超声帧;接收暂停该超声扫描的命令;以及响应于接收到该命令而使用高于该第一发射功率的第二发射功率采集至少一个超声帧。这样,可增加在暂停扫描时显示的图像的图像质量。



1. 一种方法,包括:
在超声扫描期间使用第一发射功率采集一系列超声帧;
接收暂停所述超声扫描的命令;以及
响应于接收到所述命令而使用高于所述第一发射功率的第二发射功率采集至少一个超声帧。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一发射功率受热极限的约束,并且其中所述第二发射功率受机械极限的约束。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述第二发射功率超过所述热极限。
4. 根据权利要求2所述的方法,其中使用所述第一发射功率采集所述一系列超声帧包括对于所述一系列超声帧中的每个超声帧而言,根据受所述热极限的限制的第一组发射参数来发射一个或多个超声脉冲,所述第一组发射参数包括第一发射电压、第一脉冲重复频率和声能的第一空间分布中的一者或多者。
5. 根据权利要求4所述的方法,其中使用所述第二发射功率采集所述至少一个超声帧包括根据受所述机械极限的限制的第二组发射参数来发射一个或多个超声脉冲,所述第二组发射参数包括第二发射电压和声能的第二空间分布中的一者或多者。
6. 根据权利要求2所述的方法,其中所述热极限包括热指数和组织温度变化率中的一者或多者,并且其中所述机械极限包括机械指数。
7. 根据权利要求1所述的方法,还包括接收所述至少一个超声帧的回波,以及暂停超声脉冲的发射。
8. 根据权利要求7所述的方法,还包括在暂停所述超声扫描时显示所述至少一个超声帧。
9. 根据权利要求1所述的方法,还包括接收恢复所述超声扫描的命令,以及使用所述第一发射功率采集第二系列超声帧。
10. 根据权利要求1所述的方法,还包括将所述至少一个超声帧和所述一系列超声帧中的至少一个超声帧混合成混合超声帧,以及显示所述混合超声帧。
11. 一种方法,包括:
在超声扫描期间通过使用受热极限的限制的第一发射功率将超声脉冲发射到受检者体内来采集一系列超声帧;
显示所述一系列超声帧;
接收暂停所述超声扫描的命令;
使用高于所述第一发射功率的第二发射功率采集一组超声帧;
暂停所述超声扫描;以及
显示由所述一组超声帧生成的电影。
12. 根据权利要求11所述的方法,还包括通过混合所述一组超声帧来由所述一组超声帧生成所述电影。
13. 根据权利要求12所述的方法,还包括通过将所述一系列超声帧中的至少一个超声帧与所述一组超声帧混合来由所述至少一个超声帧生成所述电影。
14. 根据权利要求11所述的方法,还包括接收恢复所述超声扫描的命令;使用所述第一发射功率采集第二系列超声帧;以及显示所述第二系列超声帧。

15. 根据权利要求11所述的方法, 其中所述热极限包括热指数和组织温度变化率中的一者。

16. 一种系统, 包括:

超声探头;

用户界面, 所述用户界面被配置为从所述系统的操作员接收输入;

显示设备; 和

处理器, 所述处理器被配置有非暂态存储器中的指令, 所述指令在被执行时引起所述处理器:

在超声扫描期间, 控制所述超声探头以使用第一发射功率采集一系列超声帧;

经由所述显示设备显示所述一系列超声帧;

经由所述用户界面接收暂停所述超声扫描的命令;

控制所述超声探头以使用高于所述第一发射功率的第二发射功率采集一个或多个超声帧;

在采集所述一个或多个超声帧中的至少一个超声帧之后暂停所述超声扫描; 以及

在暂停所述超声扫描时经由所述显示设备显示使用所述第二发射功率采集的所述一个或多个超声帧中的至少一个超声帧。

17. 根据权利要求16所述的系统, 其中所述第一发射功率受待扫描的受检者和所述超声探头中的一者或多者的热极限的约束。

18. 根据权利要求17所述的系统, 其中所述第二发射功率受所述受检者和所述超声探头中的一者或多者的机械极限的约束。

19. 根据权利要求16所述的系统, 其中所述处理器被进一步配置有所述非暂态存储器中的指令, 所述指令在被执行时引起所述处理器通过将所述一个或多个超声帧中的至少一个超声帧与所述一系列超声帧中的至少一个超声帧混合来生成混合超声帧, 并且在暂停所述超声扫描时显示所述混合超声帧。

20. 根据权利要求16所述的系统, 其中所述处理器被进一步配置有所述非暂态存储器中的指令, 所述指令在被执行时引起所述处理器接收恢复所述超声扫描的命令, 并且控制所述超声探头以使用所述第一发射功率采集第二系列超声帧。

用于在超声扫描期间增加发射功率的方法和系统

技术领域

[0001] 本文所公开的主题的实施方案涉及超声成像。

背景技术

[0002] 医学诊断超声是采用超声波来探测患者身体的内部结构并产生对应图像的成像模态。例如,包括多个换能器元件的超声探头发射超声脉冲,这些超声脉冲会被身体中的结构反射或回传、折射或吸收。然后超声探头接收所反射的回波,这些所反射的回波被处理成图像。超声探头的此类换能器元件通常包括机电元件,这些机电元件能够将电能转换成机械能以便将超声波发射到患者组织中,并且在所反射的超声波到达换能器时将机械能转换回电能。

发明内容

[0003] 在一个实施方案中,方法包括在超声扫描期间使用第一发射功率采集一系列超声帧;接收暂停超声扫描的命令;以及使用第二发射功率采集有限数量的“暂停前”超声帧。这样,可增加在暂停扫描时显示的冻结帧的图像质量。

[0004] 应当理解,提供上面的简要描述来以简化的形式介绍在具体实施方式中进一步描述的精选概念。这并不意味着识别所要求保护的主题的关键或必要特征,该主题的范围由具体实施方式后的权利要求书唯一地限定。此外,所要求保护的主题不限于解决上文或本公开的任何部分中提到的任何缺点的实施方式。

附图说明

[0005] 通过参考附图阅读以下对非限制性实施方案的描述将更好地理解本发明,其中以下:

[0006] 图1示出了根据一个实施方案的示例性超声成像系统;

[0007] 图2示出了根据一个实施方案的高级流程图,该高级流程图示出用于生成冻结帧的示例性方法;

[0008] 图3示出了根据一个实施方案的坐标图,该坐标图示出用于生成冻结帧的示例性发射序列;

[0009] 图4示出了根据一个实施方案的高级流程图,该高级流程图示出用于生成电影的示例性方法;

[0010] 图5示出了根据一个实施方案的坐标图,该坐标图示出用于生成电影的示例性发射序列;并且

[0011] 图6示出了根据一个实施方案的示例性超声帧。

具体实施方式

[0012] 以下描述涉及超声成像的各种实施方案,诸如图1所示的超声成像系统。具体地

讲,提供了用于在超声扫描期间增加发射功率的系统和方法。用于确定图像质量的许多因素之一是声发射功率。发射功率越高,就能实现更好的信噪比(SNR),继而获得更高的图像质量。然而,发射功率受到若干安全参数的约束,诸如机械指数和热指数。机械指数是估计组织中的压力脉冲的最大负振幅并且指示可引起组织损伤的生物效应(诸如空化)的可能性的超声安全参数。诸如美国食品药品监督管理局(FDA)之类的监管机构制定了设定诊断应用所用机械指数的上限的超声法规。热指数是估计超声波束的热生物效应的超声安全参数,因为声波的吸收可引起组织发热。为此,热指数包括感兴趣深度处的声功率与使组织平衡温度升高一摄氏度所需的估计功率之比。另一个热极限是组织温度变化率 dT ,包括组织温度变化的速率的量度。热极限取决于时间平均声功率的量度,因此取决于暴露持续时间。例如,组织的温升取决于给定时间段内发射的脉冲数-脉冲之间越多暂停,将出现越少温升。这会引起脉冲重复频率与每一脉冲能量之间的折衷。由于热指数通常呈现长暴露持续时间,因此用于超声成像的方法(诸如图2中描绘的方法)包括响应于超声成像系统的操作员暂停超声扫描而针对发射序列中的一系列最后帧增加发射功率。如图3所描绘,可在发射序列中的暂停之前针对发射序列中的最后帧使发射功率增加到热极限以上。继而,在该暂停期间显示的冻结帧或图像的图像质量可对应地高于在连续采集期间显示的超声帧或图像的图像质量。类似地,用于超声成像的另一种方法(诸如图4和图5中描绘的方法)包括在暂停扫描之前用更高发射功率采集多个帧以及从多个帧生成电影序列。除了增加图像质量之外,还会增加用增加的发射功率采集的超声帧的穿透深度,如图6所描绘。

[0013] 图1是根据本发明的一个实施方案的超声成像系统100的示意图。超声成像系统100包括发射波束形成器101和发射器102,该发射波束形成器和发射器驱动换能器阵列或探头106内的元件104将脉冲超声信号发射到体内(未示出)。根据一个实施方案,换能器阵列106可以是一维换能器阵列探头。然而,在一些实施方案中,换能器阵列106可以是二维矩阵换能器阵列探头。仍参见图1,脉冲超声信号从体内结构如血细胞或肌肉组织反向散射,以产生返回到元件104的回波。回波被元件104转换成电信号或超声数据,并且电信号被接收器108接收。表示所接收的回波的电信号穿过输出超声数据的接收波束形成器110。根据一些实施方案,探头106可包含电子电路来执行发射波束成形和/或接收波束形成的全部或部分。例如,发射波束形成器101、发射器102、接收器108和接收波束形成器110的全部或部分可位于探头106内。在本公开中,术语“扫描”或“扫描中”可也用于指通过发射和接收超声信号的过程来采集数据。本公开中,术语“数据”可以用于指用超声成像系统采集的一个或多个数据集。

[0014] 用户界面115可用于控制超声成像系统100的操作,包括用于控制患者数据的输入、用于改变扫描或显示参数等。用户界面115可包括以下项中的一者或多者:旋转件、鼠标、键盘、轨迹球、链接到特定动作的硬键、可被配置为控制不同功能的软键,以及显示在显示设备118上的图形用户界面。

[0015] 超声成像系统100还包括处理器116,该处理器用以控制发射波束形成器101、发射器102、接收器108和接收波束形成器110。处理器116与探头106进行电子通信。出于本公开的目的,术语“电子通信”可被定义为包括有线通信和无线通信两者。处理器116可控制探头106以采集数据。处理器116控制元件104中的哪些是活动的以及从探头106发射的波束的形状。处理器116还与显示设备118进行电子通信,并且处理器116可将数据处理成图像以显示

在显示设备118上。根据一个实施方案,处理器116可包括中央处理器(CPU)。根据其他实施方案,处理器116可以包括能够执行处理功能的其他电子部件,诸如数字信号处理器、现场可编程门阵列(FPGA)或图形板。根据其他实施方案,处理器116可包括能够执行处理功能的多个电子部件。例如,处理器116可包括从电子部件的列表中选择的一个或更多个电子部件,这些电子部件包括:中央处理器、数字信号处理器、现场可编程门阵列和图形板。根据另一个实施方案,处理器116可还包括解调RF数据并且生成原始数据的复合解调器(未示出)。在另一个实施方案中,解调可以在处理链中较早地执行。处理器116适于根据数据上的多个可选超声模态来执行一个或多个处理操作。随着接收到回波信号,可以在扫描会话期间实时处理数据。出于本公开的目的,术语“实时”被定义为包括在没有任何有意延迟的情况下执行的过程。例如,实施方案可以7至20体积/秒的实时速率采集图像。超声成像系统100可以显著更快的速率采集一个或多个平面的2D数据。然而,应当理解,实时体积速率可取决于采集用于显示的每体积数据所花费的时间长度。因此,当采集相对大体积的数据时,实时体积速率可能较慢。因此,一些实施方案可具有显著快于20体积/秒的实时体积速率,而其他实施方案可具有慢于7体积/秒的实时体积速率。数据可在扫描会话期间临时存储在缓冲器(未示出)中,并且在实时或离线操作中以太不太实时的方式处理。本发明的一些实施方案可包括多个处理器(未示出),以处理根据上文所述的示例性实施方案由处理器116处理的处理任务。例如,第一处理器可用于解调和抽取RF信号,而第二处理器可用于在显示图像之前进一步处理数据。应当理解,其他实施方案可使用不同的处理器布置方式。

[0016] 超声成像系统100可以例如10Hz至30Hz的体积速率连续采集数据。可以类似帧速率刷新从数据生成的图像。其他实施方案可以不同速率采集并且显示数据。例如,根据体积的大小和预期的应用,一些实施方案可以小于10Hz或大于30Hz的体积速率采集数据。包括存储器120以用于存储已处理的采集数据的体积。在一个示例性实施方案中,存储器120具有足够的容量来存储至少数秒钟的超声数据体积。数据体积的存储方式便于根据其采集顺序或时间进行检索。存储器120可包括任何已知的数据存储介质。

[0017] 任选地,可利用造影剂来实现本发明的实施方案。当使用包括微泡在内的超声造影剂时,造影成像生成体内解剖结构和血流的增强图像。在使用造影剂采集数据之后,图像分析包括分离谐波分量和线性分量、增强谐波分量以及通过利用增强的谐波分量生成超声图像。使用合适的滤波器来执行从所接收信号中分离谐波分量。使用造影剂进行超声成像是本领域技术人员所熟知的,因此将不再详细描述。

[0018] 在本发明的各种实施方案中,处理器116可通过其他或不同的模式相关模块(例如,B模式、彩色多普勒、M模式、彩色M模式、频谱多普勒、弹性成像、TVI、应变、应变速率等)来处理数据,以形成2D或3D数据。例如,一个或多个模块可生成B模式、彩色多普勒、M模式、彩色M模式、频谱多普勒、弹性成像、TVI、应变、应变速率以及它们的组合,等等。存储图像线和/或体积,并且可记录指示在存储器中采集数据的时间的定时信息。这些模块可包括例如扫描转换模块,用于执行扫描转换操作,以将图像体积从光束空间坐标转换为显示空间坐标。可提供视频处理器模块,该视频处理器模块从存储器读取图像体积,并且在对患者进行手术时实时显示图像。视频处理器模块可将图像存储在图像存储器中,从该图像存储器读取和显示图像。

[0019] 图2示出了根据一个实施方案的高级流程图,该高级流程图示出用于生成冻结帧

的示例性方法200。具体地讲,方法200涉及响应于用户暂停扫描而针对单个帧使超声探头的发射功率增加到热极限以上。参照图1的系统和部件描述方法200,但是应当理解,在不脱离本公开的范围的情况下,方法200可以用其他系统和部件来实现。例如,方法200可作为可执行指令存储在非暂态存储器(诸如存储器120)中,并且可由超声成像系统100的处理器(诸如处理器116)执行。

[0020] 方法200在205处开始。在205处,方法200接收成像模式的选择。作为示例性且非限制性的示例,成像模式可包括A模式、B模式、多普勒模式、M模式、谐波成像模式等,包括特定类型的成像模式(例如,彩色多普勒模式、连续波多普勒模式、脉冲波多普勒模式)。成像模式的选择可为例如超声成像系统的操作员经由用户界面115的输入。成像模式的选择还可包括与成像模式有关的指定设置以及操作员的输入。因此方法200从操作员接收成像模式的选择。

[0021] 在210处继续,方法200根据由机械指数、热极限(诸如热指数和组织温度变化率 dT)和超声换能器或探头的限制设定的限制来确定该成像模式的第一组发射参数。超声换能器的限制可包括例如适用于换能器元件的最大电压以及换能器表面温度。由机械指数和热极限以及换能器表面温度设定的限制可由查找表确定,该查找表包括给定成像模式的极限。例如,可使用体模来预先确定这些极限。这些限制可限制例如与发射功率有关的发射参数,诸如发射电压、脉冲重复频率、发射波形的周期数以及声能的线密度或空间分布。因此,方法200可由例如查找表确定第一组发射参数,该第一组发射参数在由机械指数、热极限和换能器限制设定的限制内使发射功率最大化并因此使SNR最大化。

[0022] 在215处继续,方法200根据由机械指数以及超声换能器的限制设定的限制来确定该成像模式的第二组发射参数。即,方法200确定根据机械指数和换能器限制来限制但不受热极限的限制的第二组发射参数。由于通常通过在使超声成像系统连续操作持续时间(例如,三十分钟)之后测量稳态值来预先确定热指数、组织温度变化率 dT 和换能器表面温度限制两者,因此方法200可在不考虑热极限(诸如热指数和组织温度变化率 dT)以及换能器表面温度限制的情况下确定第二组参数。因此方法200选择第二组发射参数以在至少机械指数的极限内使发射功率最大化。

[0023] 在一些示例中,方法200可根据热极限的限制来确定第二组发射参数。然而,由于方法200不将第二组发射参数用于超过单个帧或发射序列结束时的至多几个连续帧且之后一段持续时间未生成帧,因此可忽略组织温度变化率 dT 。因此,就约束发射参数而言,热指数可能不是最大的限制因素。

[0024] 在确定第二组发射参数之后,方法200继续到220。在220处,方法200开始扫描。为此,在225处,方法200使用第一组发射参数采集第一超声帧。采集第一超声帧包括根据具有第一组发射参数的所选择的成像模式来发射一个或多个脉冲。例如,方法200通过以下方式经由超声探头106发射超声脉冲:命令发射波束形成器101和/或发射器102根据该成像模式的脉冲序列将控制信号发射到超声探头106的超声换能器104。采集第一超声帧还包括接收对应于一个或多个所发射的脉冲的回波。即,超声脉冲在受检者体内反射,并且所反射的波或回波由超声探头106的换能器元件104接收并传递到接收器108和接收波束形成器110。采集第一超声帧还包括处理所接收的回波以生成图像或第一超声帧。在230处继续,方法200显示第一超声帧。可例如经由显示设备218实时地显示第一超声帧。

[0025] 在235处,方法200确定是否检测到冻结命令。冻结命令可由操作员例如经由用户界面115输入,并且由处理器116从用户界面115接收。除此之外或另选地,在显示设备118包括触敏显示设备或触摸屏的示例中,显示设备118可显示在其上指示“冻结”的虚拟按钮,并且在此类示例中,操作员可通过按下显示设备118上的虚拟按钮来发出冻结命令。应当理解,虽然术语“冻结”在本文中用来指冻结扫描的命令,但也使用其他术语诸如“暂停”、“保持”和其他指示扫描的暂时停止的术语。

[0026] 如果未检测到冻结命令(“否”),则方法200返回到225以继续扫描并且使用第一组发射参数采集超声帧。因此,方法200可在240处在“运行”模式或“实时”成像模式期间连续地扫描患者以采集供显示的超声帧或图像。

[0027] 然后,如果在235处检测到冻结命令(“是”),则方法200继续到240。在240处,方法200使用第二组发射参数采集第二超声帧。为了使用第二组发射参数采集第二超声帧,方法200经由换能器探头106的换能器元件104将一个或多个超声脉冲发射到受检者体内。根据所选择的成像模式和第二组发射参数来发射一个或多个超声脉冲。采集第二超声帧还包括接收所发射的超声脉冲的回波。即,一个或多个超声脉冲在受检者体内反射,并且所反射的波或回波由超声探头106的换能器元件104接收并传递到接收器108和接收波束形成器110。采集第二超声帧还包括处理所接收的回波以生成图像或第二超声帧。在一些示例中,所接收的回波的处理可根据第二组发射参数针对225处的回波的处理加以修改。例如,除了在210和215处确定第一组和第二组发射参数之外,方法200还可确定对应的第一组和第二组接收参数和/或图像处理参数。当在240处采集第二超声帧时,方法200可因此接收并处理回波以根据第二组接收和/或图像处理参数来生成第二超声帧。

[0028] 此外,虽然方法200是参照在240处使用第二发射参数采集单个超声帧来描述的,但应当理解,在一些示例中,在240处,方法200可在235处检测到冻结或暂停扫描的请求之后使用第二组发射参数采集若干超声帧。方法200使用第二组参数采集至少一个第二超声帧。

[0029] 由于根据第二组发射参数来发射一个或多个超声脉冲,因此使用不受热极限(诸如热指数和/或组织温度变化率 dT)的限制的发射功率采集第二超声帧。因此使用第二组发射参数采集的第二超声帧的图像质量高于使用第一组发射参数采集的第一超声帧的图像质量。

[0030] 在240处采集第二超声帧之后,方法200继续到245。在245处,方法200暂停扫描。在暂停或冻结扫描时不采集超声帧。在250处继续,方法200经由显示设备218显示第二超声帧。由于第二组发射参数在第二超声帧的回波的采集期间提供增加的声功率,因此第二超声帧的信噪比(SNR)及因此图像质量相对于第一超声帧的SNR和图像质量有所增加。此外,第二超声帧的穿透深度可能相对于第一超声帧的穿透深度有所增加。从而第二超声帧的远场(例如,超声图像的底部)中的图像质量相对于第一超声帧有所改善。因此,第二超声帧包括在超声成像系统100处于“冻结”模式(本文也简称为冻结)时向操作员连续地显示的冻结帧。

[0031] 此外,应当理解,第二超声帧与第一超声帧之间的图像质量差异可能非常显著,使得在经由显示设备118向操作员显示时第二超声帧可能看起来与第一超声帧基本上不同。因此,在一些示例中,第二超声帧可与先前第一超声帧混合以改善帧之间的一致性,同时仍

包括增加的穿透深度和改善的图像质量。

[0032] 在255处继续,方法200确定是否检测到结束冻结的命令。为了命令冻结结束,操作员可例如经由用户界面115和/或显示设备118输入结束冻结并且恢复扫描或一同结束扫描的命令。如果未检测到结束冻结的命令(“否”),则方法200返回到250以保持冻结并且继续显示第二超声帧。

[0033] 然而,如果检测到结束冻结的命令(“是”),则方法200继续到280。在280处,方法200确定结束冻结的命令是否包括结束扫描的命令。如果结束冻结的命令不是结束扫描的命令(“否”),则方法200返回到225以恢复使用第一组发射参数进行扫描。

[0034] 然而,再次参见280,如果结束冻结的命令是结束扫描的命令(“是”),则方法200继续到285。在285处,方法200结束扫描。在290处,方法200输出第二超声帧。例如,方法200可将第二超声帧输出到存储器(诸如存储器120)以便存储,并且除此之外或另选地,可将第二超声帧输出到打印机、远程存储设备等。然后方法200返回。

[0035] 因此,用于超声成像的方法包括在超声扫描期间针对最后一个帧或图像使发射功率增加到热极限以上。对于单个帧而言可忽略热指数,这是因为热指数是在基本上更长的持续时间内确定的,故而增加超声帧的功率可能并不会增加组织温度。

[0036] 作为图2的方法200的示例性示例,图3示出了坐标图300,该坐标图示出用于根据图2的方法200来生成冻结帧的示例性发射序列305。具体地讲,坐标图300描绘了发射序列305的发射功率随时间的变化。坐标图300包括根据如上文所讨论的热指数和/或组织温度变化率 dT 来确定的第一最大发射功率307,以及根据机械指数而非热指数或组织温度变化率 dT 来确定的第二最大发射功率309。如所描绘的,对于给定的成像模式而言,第二最大发射功率309大于第一最大发射功率307。

[0037] 如所描绘的,超声扫描从时间 T_1 开始。因此发射序列305包括受第一最大发射功率307的限制的第一组帧310。因此,在时间 T_1 之后,超声成像系统因此针对第一组帧310中的每个帧发射一个或多个超声脉冲并且由对应回波生成超声帧。因此根据受第一最大发射功率307的约束的第一组发射参数来采集第一组帧310中的每个帧。

[0038] 在时间 T_2 时,操作员命令超声成像系统冻结或暂停扫描。响应于检测到冻结的命令,超声成像系统使用受第二最大发射功率309的限制的发射功率采集冻结帧315。为了采集冻结帧315,超声成像系统发射受第二最大发射功率309的约束的一个或多个超声脉冲并且由对应回波生成冻结帧315。在时间 T_2 之后向超声成像系统的操作员连续地显示冻结帧315。

[0039] 操作员命令超声成像系统在时间 T_3 时恢复扫描。因此,在时间 T_3 之后,发射序列305包括受第一最大发射功率的限制的第二组帧320。因此超声成像系统在时间 T_3 之后针对第二组帧320中的每个帧发射超声脉冲并且由对应回波生成这些帧。在时间 T_4 时,操作员命令超声成像系统冻结和/或结束扫描。因此发射序列305包括在结束扫描前的时间 T_4 之后使用第二最大发射功率309采集的最终冻结帧325。然后可在扫描结束时向操作员显示最终冻结帧325。

[0040] 在一些示例中,可在检测到冻结命令之后生成超过一个帧。因此可在命令系统冻结之后采集多个冻结图像。在一些示例中,这些多个冻结图像可合并成在显示器上循环的电影或短片,或可由操作员逐帧评估。作为一个示例性示例,图4示出了根据一个实施方案

的高级流程图,该高级流程图示出用于生成电影的示例性方法400。具体地讲,方法400涉及响应于冻结或暂停超声扫描的命令而针对若干帧增加发射功率。参照图1的系统和部件描述方法400,但是应当理解,在不脱离本公开的范围的情况下,方法400可以用其他系统和部件来实现。例如,方法400可作为可执行指令存储在非暂态存储器(诸如存储器120)中,并且由超声成像系统100的处理器(诸如处理器116)执行。

[0041] 方法400在405处开始。在405处,方法400开始扫描。与方法200类似,方法400可根据所选择的成像模式来开始扫描。在410处,方法400使用第一发射功率采集第一超声帧。根据热极限(诸如热指数和/或组织温度变化率 dT)来确定第一发射功率,因为所选择的成像模式可指示扫描将在应考虑温度极限的持续时间内继续。为了使用第一发射功率采集第一超声帧,方法400使用第一发射功率发射一个或多个超声脉冲并且由与所述一个或多个超声脉冲相对应的所接收的回波生成第一超声帧。在415处,方法400例如经由显示设备118显示第一超声帧。

[0042] 在420处,方法400确定是否检测到冻结的命令。如果未检测到冻结的命令(“否”),则方法400返回到410以继续使用第一发射功率采集超声帧。因此方法400可使用第一发射功率连续地扫描患者。

[0043] 然而,再次参见420,如果检测到冻结的命令(“是”),则方法400继续到425。在425处,方法400使用第二发射功率采集超声帧。根据超声换能器的机械极限(诸如机械指数和/或物理限制),例如,而非热极限(诸如热指数和/或组织温度变化率 dT)来确定第二发射功率。方法400可使用第二发射功率采集一组连续超声帧。例如,方法400可使用第二发射功率采集多于一个连续帧但少于阈值帧数。阈值帧数可被确定为使得在该连续帧数内可忽略热极限。阈值帧数可包括例如三至五个帧。为了使用第二发射功率采集这些超声帧中的每个帧,因此方法400使用第二发射功率将一个或多个超声脉冲发射到受检者体内,接收一个或多个超声脉冲的回波,并且由所接收的回波生成该帧。

[0044] 在使用第二发射功率采集超声帧之后,方法400继续到430。在430处,方法400暂停扫描。方法400在暂停扫描时不采集超声帧。相反,在435处继续,方法400由425处采集的超声帧生成电影。可应用包括使这些超声帧混合或平滑化的持久性成像处理算法来生成电影。在一些示例中,可由425处采集的超声帧以及410处采集的一个或多个超声帧生成电影。例如,在命令冻结之前在410处采集的最后两个超声帧可与425处采集的超声帧依次布置,并且可将持久性算法应用于该超声帧序列以生成电影。

[0045] 在440处,方法400经由显示设备118显示该电影。该电影可连续地循环以及由操作员操纵。例如,操作员可暂停该电影或逐帧步进通过该电影以查看该序列中的每个超声帧。因此操作员可在扫描期间审查超声帧的电影序列,同时挂起或冻结超声波向患者体内的发射。此外,使用高于第一发射功率的第二发射功率采集冻结帧使得425处采集的超声帧及因此435处生成的电影的图像质量增加。如上文参照图3所讨论,425处采集的超声帧的穿透深度也可相对于410处采集的超声帧的穿透深度有所增加。

[0046] 在445处继续,方法400确定是否检测到结束冻结的命令。如果未检测到结束冻结的命令(“否”),则方法400返回到440以保持冻结并且继续显示该电影。然而,如果检测到结束冻结的命令(“是”),则方法400继续到450。在450处,方法400确定结束冻结的命令是否为结束扫描的命令。如果结束冻结的命令不是结束扫描的命令(“否”),则方法400返回到410,

于是方法400通过使用第一发射功率采集超声帧来继续扫描。

[0047] 然而,再次参见450,如果结束冻结的命令是结束扫描的命令(“是”),则方法400继续到455。在455处,方法400结束扫描。在460处,方法400例如向存储器120输出超声帧和/或电影以便于后续检索和审查。然后方法400返回。

[0048] 作为图4的方法的示例性示例,图5示出了坐标图500,该坐标图示出用于根据图4的方法来生成电影的示例性发射序列505。与图3的坐标图300类似,坐标图500描绘了扫描期间采集的超声帧的发射功率随时间的变化。坐标图500描绘了根据热极限(诸如热指数和/或组织温度变化率 dT)确定的第一最大发射功率507,以及根据机械极限(诸如机械指数)确定的第二最大发射功率509。如所描绘的,第二最大发射功率509大于第一最大发射功率507。扫描从时间 T_1 开始,因此发射序列505包括从时间 T_1 开始的第一组帧510。第一组帧510受第一最大发射功率507的限制。在时间 T_2 时,操作员命令超声成像系统结束扫描。如所描绘的,在第一组帧510中的最终帧的采集期间输入结束扫描的命令。并不中断第一组帧510中的最终帧的采集,而是完成最终帧的采集。此外,响应于结束扫描的命令,发射序列505包括在时间 T_2 之后采集的一组冻结帧515。使用第二最大发射功率509采集该组冻结帧515中的每个冻结帧。如所描绘的,发射序列505在该组冻结帧515的采集之后结束。可合并该组冻结帧515中的每个冻结帧以生成电影,可在显示设备118上循环回放该电影以便于操作员审查。在一些示例中,可由该组冻结帧515中的一个或多个冻结帧以及第一组帧510中的先前帧中的一者或多者生成电影。作为一个示例性示例,可将第一组帧510的最后两个帧与该组冻结帧515的三个冻结帧合并以生成电影。

[0049] 图6示出了根据一个实施方案的示例性超声帧或图像。具体地讲,图6示出了在扫描期间使用受热极限的限制的发射功率采集的第一超声帧605,以及在相同扫描期间使用受机械极限的限制的发射功率采集的第二超声帧610。对于第一超声帧605而言,组织温度变化率 dT 为8.00,其限制发射功率。对于第二超声帧610而言,声功率增加大约3dB直到达到下一限制因素,即机械指数。该声功率增加使得组织温度变化率 dT 增加到13.9。然而,由于在发射序列结束时采集第二超声帧610,因此可安全地超过组织温度变化率 dT 的极限。此外,除了相对于第一超声帧605的SNR而言第二超声帧610的SNR更高以及因此图像质量更高之外,第一超声帧605的穿透深度607(由白色箭头指示)还增加若干厘米到达第二超声帧610的穿透深度612(由白色箭头指示)。因此增加的声功率改善了第二超声帧610中的远场的质量。

[0050] 本公开的技术效果包括在有限持续时间内使超声帧采集所用的发射功率增加到热极限以上。本公开的另一个技术效果包括在超声扫描期间采集的最终超声帧的信噪比和图像质量增加。本公开的又一个技术效果包括在一定持续时间内使用第一发射功率对患者进行超声成像,并且在该持续时间结束时针对单个帧使用高于第一发射功率的第二发射功率对患者进行超声成像。

[0051] 在一个实施方案中,方法包括在超声扫描期间使用第一发射功率采集一系列超声帧;接收暂停超声扫描的命令;以及响应于接收到该命令而使用高于第一发射功率的第二发射功率采集至少一个超声帧。

[0052] 在该方法的第一示例中,第一发射功率受热极限的约束,并且第二发射功率受机械极限的约束。在任选地包括第一示例的该方法的第二示例中,第二发射功率超过热极限。

在任选地包括第一示例和第二示例中的一者或多者的该方法的第三示例中,使用第一发射功率采集该系列超声帧包括对于该系列超声帧中的每个超声帧而言,根据受热极限的限制的第一组发射参数来发射一个或多个超声脉冲,该第一组发射参数包括第一发射电压、第一脉冲重复频率和声能的第一空间分布中的一者或多者。在任选地包括第一示例至第三示例中的一者或多者的该方法的第四示例中,使用第二发射功率采集至少一个超声帧包括根据受机械极限的限制的第二组发射参数来发射一个或多个超声脉冲,该第二组发射参数包括第二发射电压和声能的第二空间分布中的一者或多者。在任选地包括第一示例至第四示例中的一者或多者的该方法的第五示例中,热极限包括热指数和组织温度变化率中的一者或多者,并且机械极限包括机械指数。在任选地包括第一示例至第五示例中的一者或多者的该方法的第六示例中,该方法还包括接收至少一个超声帧的回波,以及暂停超声脉冲的发射。在任选地包括第一示例至第六示例中的一者或多者的该方法的第七示例中,该方法还包括在暂停超声扫描时显示至少一个超声帧。在任选地包括第一示例至第七示例中的一者或多者的该方法的第八示例中,该方法还包括接收恢复超声扫描的命令,以及使用第一发射功率采集第二系列超声帧。在任选地包括第一示例至第八示例中的一者或多者的该方法的第九示例中,该方法还包括将至少一个超声帧和该系列超声帧中的至少一个超声帧混合成混合超声帧,以及显示该混合超声帧。

[0053] 在另一个实施方案中,方法包括在超声扫描期间通过使用受热极限的限制的第一发射功率将超声脉冲发射到受检者体内来采集一系列超声帧;显示该系列超声帧;接收暂停超声扫描的命令;使用高于第一发射功率的第二发射功率采集一组超声帧;暂停超声扫描;以及显示由该组超声帧生成的电影。

[0054] 在该方法的第一示例中,该方法还包括通过混合该组超声帧来由该组超声帧生成电影。在任选地包括第一示例的该方法的第二示例中,该方法还包括通过将该系列超声帧中的至少一个超声帧与该组超声帧混合来由该至少一个超声帧生成电影。在任选地包括第一示例和第二示例中的一者或多者的该方法的第三示例中,该方法还包括接收恢复超声扫描的命令;使用第一发射功率采集第二系列超声帧;以及显示第二系列超声帧。在任选地包括第一示例至第三示例中的一者或多者的该方法的第四示例中,热极限包括热指数和组织温度变化率中的一者。

[0055] 在又一个实施方案中,系统包括超声探头;用户界面,该用户界面被配置为从该系统的操作员接收输入;显示设备;和处理器,该处理器被配置有非暂态存储器中的指令,该指令在被执行时引起处理器:在超声扫描期间,控制超声探头以使用第一发射功率采集一系列超声帧;经由显示设备显示该系列超声帧;经由用户界面接收暂停超声扫描的命令;控制超声探头以使用高于第一发射功率的第二发射功率采集一个或多个超声帧;在采集一个或多个超声帧中的至少一者之后暂停超声扫描;以及在暂停超声扫描时经由显示设备显示使用第二发射功率采集的一个或多个超声帧中的至少一个超声帧。

[0056] 在该系统的第一示例中,第一发射功率受待扫描的受检者和超声探头中的一者或多者的热极限的约束。在任选地包括第一示例的该系统的第二示例中,第二发射功率受受检者和超声探头中的一者或多者的机械极限的约束。在任选地包括第一示例和第二示例中的一者或多者的该系统的第三示例中,该处理器被进一步配置有非暂态存储器中的指令,该指令在被执行时引起处理器通过将一个或多个超声帧中的至少一个超声帧与该系列超

声帧中的至少一个超声帧混合来生成混合超声帧,并且在暂停超声扫描时显示该混合超声帧。在任选地包括第一示例至第三示例中的一者或多者的该系统的第四示例中,该处理器被进一步配置有非暂态存储器中的指令,该指令在被执行时引起处理器接收恢复超声扫描的命令,并且控制超声探头以使用第一发射功率采集第二系列超声帧。

[0057] 如本文所用,以单数形式列举并且以单词“一个”或“一种”开头的元件或步骤应当被理解为不排除多个所述元件或步骤,除非明确说明此类排除。此外,对本发明的“一个实施方案”的引用不旨在被解释为排除也包含所引用特征的附加实施方案的存在。此外,除非明确地相反说明,否则“包含”、“包括”或“具有”具有特定特性的元件或多个元件的实施方案可包括不具有该特性的附加此类元件。术语“包括”和“在……中”用作相应术语“包含”和“其中”的通俗语言等同物。此外,术语“第一”、“第二”和“第三”等仅用作标记,而不旨在对其对象施加数字要求或特定位置次序。

[0058] 该书面描述使用示例来公开本发明,包括最佳模式,并且还使相关领域中的普通技术人员能够实践本发明,包括制造和使用任何设备或系统以及执行任何包含的方法。本发明可取得专利权的范围由权利要求书限定,并且可包括本领域普通技术人员想到的其他示例。如果此类其它示例具有与权利要求书的字面语言没有区别的结构元素,或者如果它们包括与权利要求书的字面语言具有微小差别的等效结构元素,则此类其它示例旨在落入权利要求书的范围内。

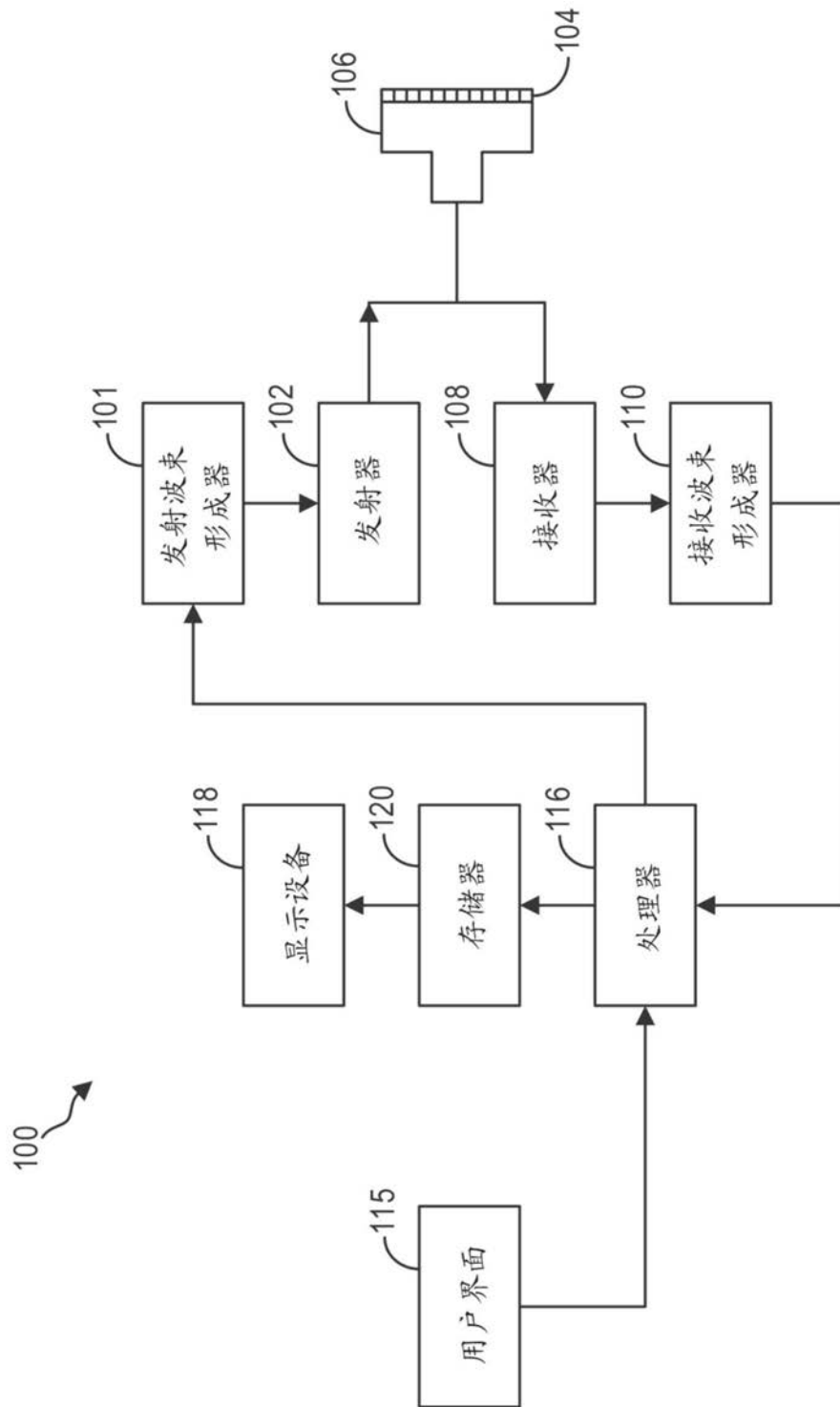


图1

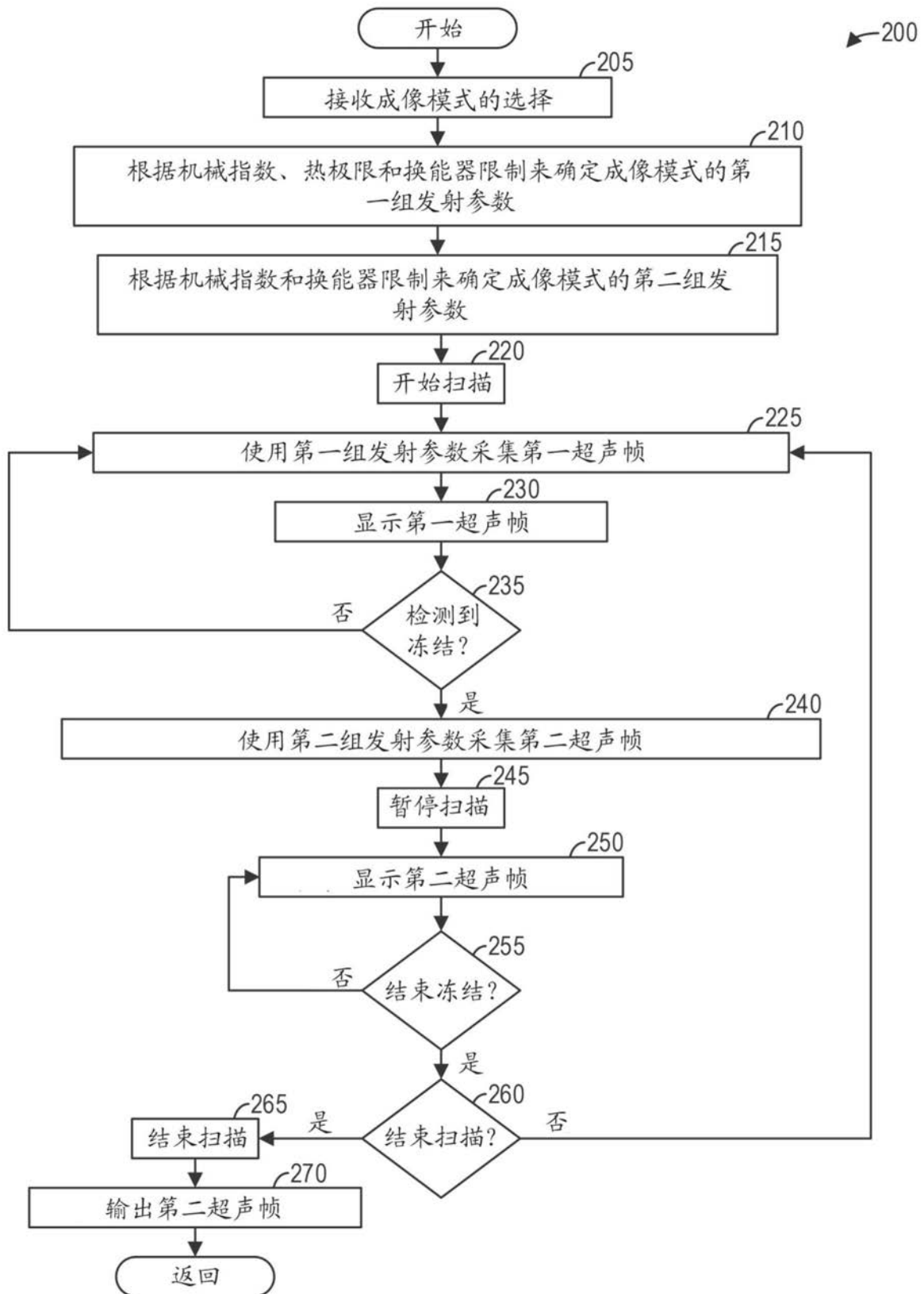


图2

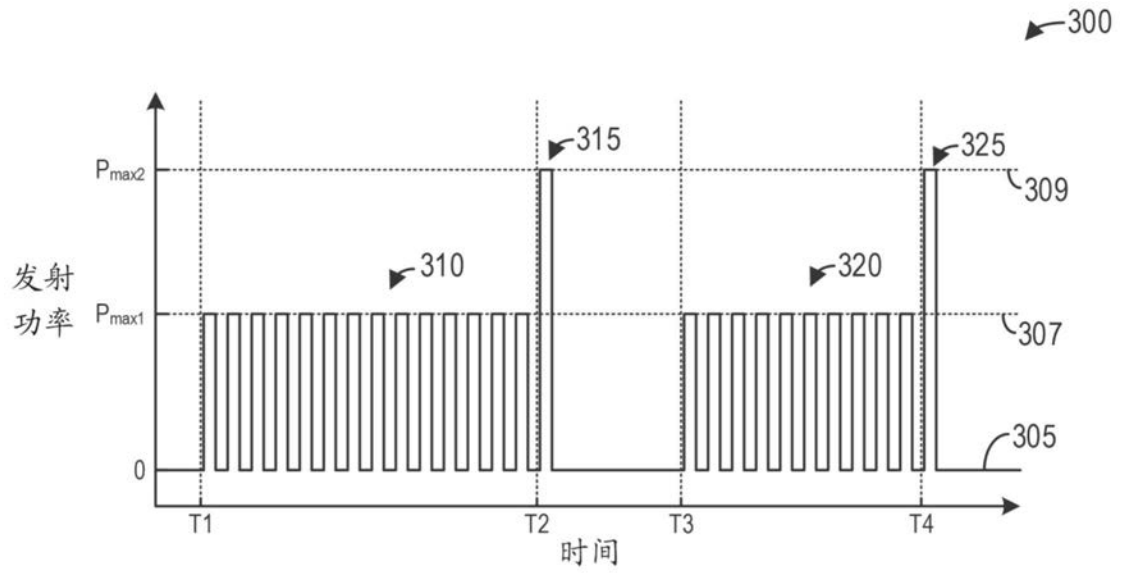


图3

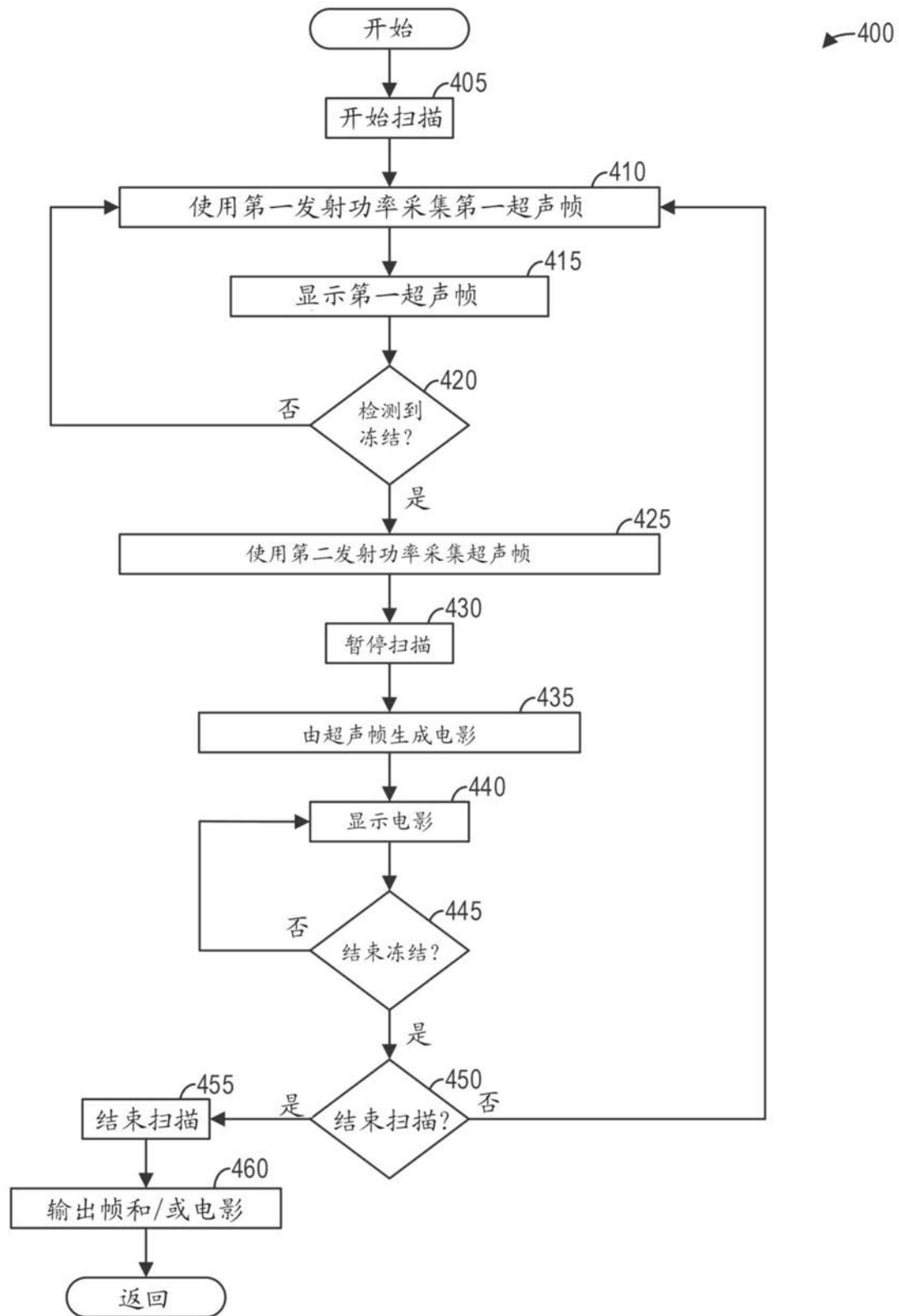


图4

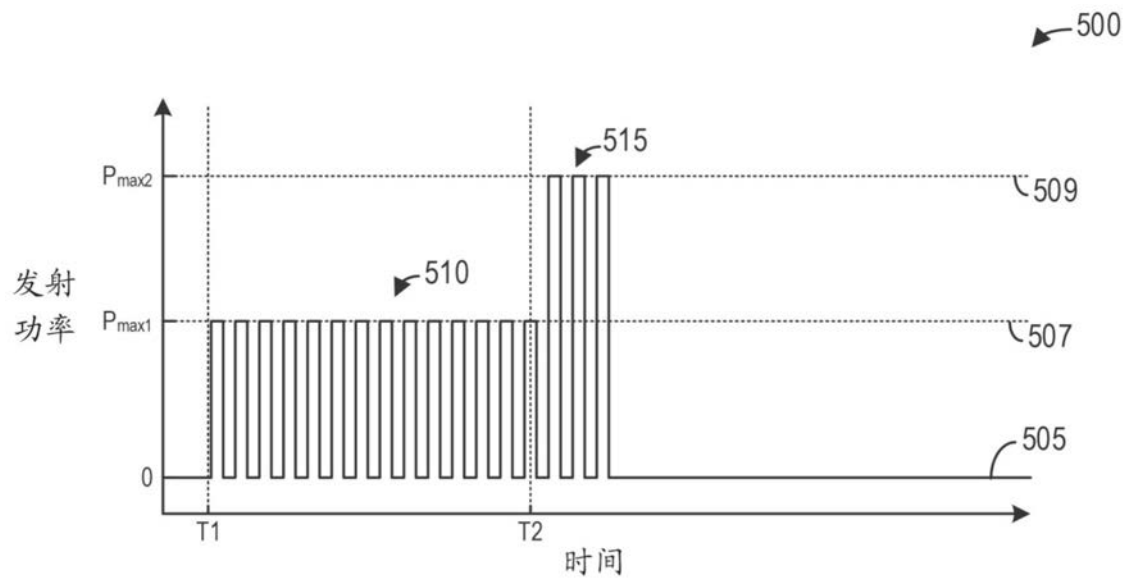


图5

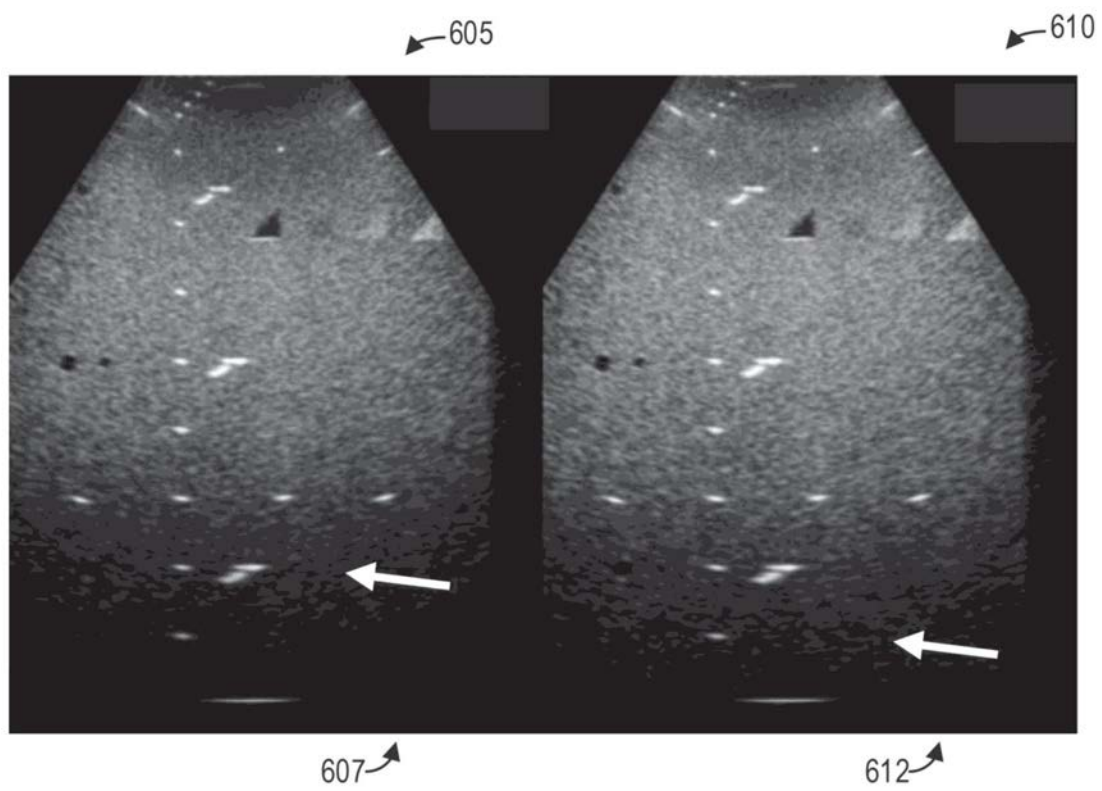


图6

专利名称(译)	用于在超声扫描期间增加发射功率的方法和系统		
公开(公告)号	CN111374704A	公开(公告)日	2020-07-07
申请号	CN201911315608.2	申请日	2019-12-18
[标]申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
发明人	托马斯·休普夫 克里斯汀·弗里茨·佩雷 托马斯·安德鲁·克劳斯		
IPC分类号	A61B8/00		
优先权	16/237,154 2018-12-31 US		
外部链接	SIPO		

摘要(译)

本发明提供了用于超声成像的各种方法和系统。在一个实施方案中，方法包括在超声扫描期间使用第一发射功率采集一系列超声帧；接收暂停该超声扫描的命令；以及响应于接收到该命令而使用高于该第一发射功率的第二发射功率采集至少一个超声帧。这样，可增加在暂停扫描时显示的图像的图像质量。

