



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108451549 A

(43)申请公布日 2018.08.28

(21)申请号 201810153994.9

(22)申请日 2018.02.22

(30)优先权数据

62/462,129 2017.02.22 US

15/897,803 2018.02.15 US

(71)申请人 柯惠有限合伙公司

地址 美国马萨诸塞

(72)发明人 J·D·布兰南

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 罗闻

(51)Int.Cl.

A61B 8/12(2006.01)

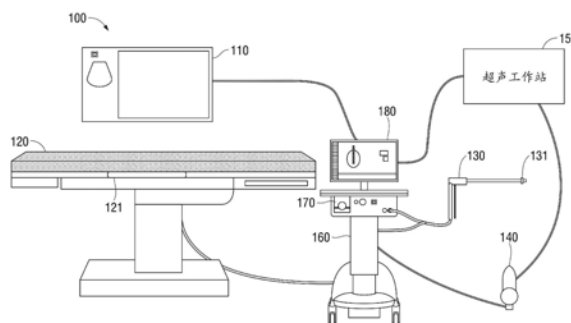
权利要求书2页 说明书16页 附图9页

(54)发明名称

用于消融预测和监测的超声多普勒和弹性成像

(57)摘要

本发明题为“用于消融预测和监测的超声多普勒和弹性成像”。本发明公开了一种用于消融区检测的方法,该方法包括通过消融装置将微波能量递送到治疗位置处的组织,通过超声装置将超声能量递送到该组织,通过超声装置从该组织的多个相应部分接收基于所递送的超声能量的多个超声返回信号,在该多个超声返回信号中检测基于递送到该组织的微波能量的多个相应的多普勒频移,基于该多个多普勒频移确定消融区特征,以及通过图形用户界面来显示表示该组织的至少一部分的图像和该消融区特征的代表。



1. 一种用于消融区检测的系统,所述系统包括:
消融装置,所述消融装置被配置用于向治疗位置处的组织递送微波能量;
超声装置,所述超声装置被配置用于:
将超声能量递送到组织,以及
从所述组织的多个相应部分接收基于所递送的超声能量的多个超声返回信号;和
计算装置,所述计算装置包括处理器和存储指令的存储器,所述指令当由所述处理器执行时使所述计算装置:
从所述超声装置接收所述多个超声返回信号,
在所述多个超声返回信号中检测基于递送到所述组织的所述微波能量的多个相应的多普勒频移,
基于所述多个多普勒频移确定消融区特征;以及
使显示装置通过图形用户界面来显示表示所述组织的至少一部分的图像和所述消融区特征表示。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述多个多普勒频移具有多个方向,并且其中确定所述消融区特征包括识别分别对应于所述多个多普勒频移中的一个或多个的所述组织的一个或多个区域。
3. 根据权利要求1所述的系统,其中所述指令在由所述处理器执行时进一步使所述计算装置:
确定所述多个多普勒频移的多个特征,
其中所述多个特征包括下列中的任何一个或它们的组合:多普勒频移的量、所述多普勒频移的量的变化率、多普勒频移的方向、所述多普勒频移的方向的变化率、或在多普勒频移基于其而被检测到的所述组织中的位置;以及
确定所述多个特征中的每一个是否超过一个或多个阈值,
其中所述确定所述消融区特征进一步基于确定所述多个特征中的每一个是否超过所述一个或多个阈值的结果。
4. 根据权利要求3所述的系统,其中所述确定所述消融区特征包括限定消融区,
所述组织的对应于具有超过所述一个或多个阈值的相应特征的所述多个多普勒频移的部分被包括在所述消融区中,并且
所述组织的对应于具有不超过所述一个或多个阈值的相应特征的所述多个多普勒频移的部分被从所述消融区排除,
其中所述消融区特征包括下列中的任何一个或它们的组合:所述消融区的形状、大小或位置。
5. 根据权利要求1所述的系统,其中所述指令在由所述处理器执行时进一步使所述计算装置:
基于下列中的任何一个或它们的组合确定预测的消融区特征:所述多个多普勒频移、所确定的消融区特征、所述消融装置的设置、所述微波能量被递送到所述组织的实耗持续时间、所述微波能量将被递送到所述组织的预期持续时间、在所述微波能量被递送到所述组织中的位置、或所述微波能量被递送到所述组织所借助的信号的一个或多个特征;以及

使所述显示装置通过所述图形用户界面来显示所述预测的消融区特征的代表示。

6. 根据权利要求5所述的系统,其中所述微波能量被递送所借助的所述信号的所述一个或多个特征包括下列中的任何一个或它们的组合:所述信号的功率量、所述信号的幅值、所述信号的频率、所述信号的脉冲频率、或所述信号的脉冲宽度。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中所述指令在由所述处理器执行时进一步使所述计算装置:

基于下列中的任何一个或它们的组合确定消融手术完成前还剩余的估计时间量:所述多个多普勒频移、所确定的消融区特征、所述微波能量被递送到所述组织的实耗持续时间、在所述微波能量被递送到的所述组织中的位置、或所述微波能量被递送所借助的信号的一个或多个特征;以及

使所述显示装置通过所述图形用户界面来显示所述消融手术完成前还剩余的所述估计时间量的指示符。

8. 根据权利要求1所述的系统,其中所述指令在由所述处理器执行时进一步使所述计算装置:

确定消融手术是否基于下列中的任何一个或它们的组合而完成:所述多个多普勒频移、所确定的消融区特征、所述微波能量被递送到所述组织的实耗持续时间、或在所述微波能量被递送到的所述组织中的位置、或所述微波能量被递送所借助的信号的一个或多个特征;以及

使所述显示装置通过所述图形用户界面来显示所述消融手术是否完成的指示符。

9. 根据权利要求8所述的系统,其中所述指令在由所述处理器执行时进一步使所述计算装置:

响应于确定所述消融手术完成而自动地禁止将所述微波能量递送到所述组织。

10. 根据权利要求1所述的系统,其中所述指令在由所述处理器执行时进一步使所述计算装置:

基于下列中的任何一个或它们的组合确定消融手术的完成百分比:所述多个多普勒频移、所确定的消融区特征、所述微波能量被递送到所述组织的实耗持续时间、在所述微波能量被递送到的所述组织中的位置、或所述微波能量被递送所借助的信号的一个或多个特征;以及

使所述显示装置通过所述图形用户界面来显示所述消融手术的所述完成百分比的指示符。

用于消融预测和监测的超声多普勒和弹性成像

技术领域

[0001] 本公开涉及使用超声来进行消融预测和监测,并且更具体地,涉及使用通过超声检测到的多普勒效应和弹性成像来预测和监测消融区形状、大小和进展。

背景技术

[0002] 患者身体的超声扫描通常用于确认手术工具在患者身体内的治疗位置处的放置。然而,一旦治疗开始,除了通过使用软件模型,就没有办法预测或确认治疗的区域、范围和/或进展。本公开提供了对在治疗过程中使用超声扫描来预测和确认治疗区域的大小、形状和位置以及治疗过程的进展的改进。

发明内容

[0003] 根据本公开提供了消融区检测的方法。在本公开的一个方面,该方法包括通过消融装置将微波能量递送到治疗位置处的组织,通过超声装置将超声能量递送到该组织,通过超声装置从该组织的多个相应部分接收基于递送的超声能量的多个超声返回信号,在该多个超声返回信号中检测基于递送到该组织的微波能量的多个相应的多普勒频移,基于该多个多普勒频移来确定消融区特征,以及通过图形用户界面来显示表示该组织的至少一部分的图像和该消融区特征的代表。

[0004] 在本公开的另一方面,该多个多普勒频移分别具有多个方向,并且其中确定消融区特征包括识别分别对应于该多个多普勒频移中的一个或多个的组织的一个或多个区域。

[0005] 在本公开的另一方面,该方法还包括确定多个多普勒频移的多个特征,其中该多个特征包括下列中的任何一个或它们的组合:多普勒频移的量、多普勒频移的量的变化率、多普勒频移的方向、多普勒频移的方向的变化率、或在多普勒频移基于其而被检测到的组织中的位置,并且包括确定该多个特征中的每一个是否超过一个或多个阈值,其中确定消融区特征还基于确定多个特征中的每一个是否超过该一个或多个阈值的结果。

[0006] 在本公开的另一方面,确定消融区特征包括限定消融区,所述组织的对应于具有超过一个或多个阈值的相应特征的多个多普勒频移的部分被包括在该消融区中,并且所述组织的对应于具有不超过该一个或多个阈值的相应特征的多个多普勒频移的部分被从消融区排除,其中消融区特征包括下列中的任何一个或它们的组合:消融区的形状、大小或位置。

[0007] 在本公开的另一方面,该方法还包括基于下列中的任何一个或它们的组合确定预测的消融区特征:多个多普勒频移、所确定的消融区特征、消融装置的设置、微波能量被递送到组织的实耗持续时间、微波能量将被递送到组织的预期持续时间、在微波能量被递送到组织中的位置、或微波能量被递送到组织所借助的信号的一个或多个特征,并且包括通过图形用户界面来显示预测的消融区特征的代表。

[0008] 在本公开的另一方面,微波能量被递送所借助的信号的一个或多个特征包括下列中的任何一个或它们的组合:信号的功率量、信号的幅值、信号的频率、信号的脉冲频率、或

信号的脉冲宽度。

[0009] 在本公开的另一方面,该方法还包括基于下列中的任何一个或它们的组合来确定消融手术完成前还剩余的估计时间量:多个多普勒频移、确定的消融区特征、微波能量被递送到组织的实耗持续时间、在微波能量被递送到组织中的位置、或微波能量被递送所借助的信号的一个或多个特征,并且包括通过图形用户界面来显示消融手术完成前还剩余的估计时间量的指示符。

[0010] 在本公开的另一方面,该方法还包括确定消融手术是否基于下列中的任何一个或它们的组合而完成:多个多普勒频移、确定的消融区特征、微波能量被递送到组织的实耗持续时间、在微波能量被递送到组织中的位置、或微波能量被递送所借助的信号的一个或多个特征,并且包括通过图形用户界面来显示消融手术是否完成的指示符。

[0011] 在本公开的另一方面,该方法还包括响应于确定消融手术完成而自动地禁止将微波能量递送到组织。

[0012] 在本公开的另一方面,该方法还包括基于下列中的任何一个或它们的组合来确定消融手术的完成百分比:多个多普勒频移、确定的消融区特征、微波能量被递送到组织的实耗持续时间、在微波能量被递送到组织中的位置、或微波能量被递送所借助的信号的一个或多个特征,并且包括通过图形用户界面来显示消融手术的完成百分比的指示符。

[0013] 在本公开的另一方面,该方法还包括基于消融手术的完成百分比,通过消融装置的一个或多个相应设置来自动调整微波能量被递送到组织所借助的微波信号的一个或多个特征。

[0014] 在本公开的另一方面,消融区特征包括下列中的任何一个:消融区形状、消融区大小或消融区位置。

[0015] 在本公开的另一方面,消融区特征的代表包括通过图形用户界面被叠加在所述图像的对应于消融区的部分上的均匀着色或均匀阴影化的形状。

[0016] 在本公开的另一方面,消融区特征的代表包括具有多个水平的阴影或着色的形状,所述多个水平的阴影或着色对应于多个多普勒频移的多个相应水平的特征,其中该形状通过图形用户界面被叠加在图像的对应部分上。

[0017] 在本公开的另一方面,多个多普勒频移包括具有第一方向的第一多普勒频移和具有第二方向的第二多普勒频移,并且消融区特征的代表包括第一颜色的散斑和第二颜色的散斑,其中第一颜色的散斑对应于在第一多普勒频移基于其而被检测到的组织中的位置,并且第二颜色的散斑对应于在第二多普勒频移基于其而被检测到的组织中的位置。

[0018] 在本公开的另一方面,微波能量和超声能量同时被递送到组织。

[0019] 根据本公开的一个实施方案,提供了用于消融区检测的系统。在本公开的一个方面,该系统包括消融装置,该消融装置被配置用于向治疗位置处的组织递送微波能量;超声装置,该超声装置被配置用于向该组织递送超声能量,从该组织的多个相应部分接收基于递送的超声能量的多个超声返回信号,以及在该多个返回信号中检测基于递送到该组织的微波能量的多个相应的多普勒频移;计算装置,该计算装置被配置用于基于该多个多普勒频移来确定消融区特征,并产生表示该组织的至少一部分的图像和消融区特征的代表;以及显示装置,该显示装置被配置用于通过图形用户界面来显示该图像。

[0020] 根据本公开的一个实施方案提供了存储用于消融区检测的程序的非暂态计算机

可读存储介质,该程序包括当由处理器执行时导致以下操作的指令:使消融装置将微波能量递送到治疗位置处的组织;使超声装置将超声能量递送到该组织,并从该组织的多个相应部分接收基于递送的超声能量的多个超声返回信号;以及使计算装置在该多个超声返回信号中检测基于递送到该组织的微波能量的多个相应的多普勒频移、基于该多个多普勒频移确定消融区特征;以及通过图形用户界面来显示表示该组织的至少一部分的图像和消融区特征表示。

[0021] 根据本公开的一个实施方案,提供了检测消融进展的系统。在本公开的一个方面,该方法包括通过消融装置将微波能量递送到治疗位置处的组织;通过借助于蠕动泵间歇泵送流体穿过消融装置的至少一部分来机械地搅动靠近消融装置的至少一部分的所述组织的至少一部分;通过超声装置递送超声能量至该组织;通过超声装置从该组织的多个相应部分接收基于递送的超声能量的多个超声返回信号、基于超声返回信号检测组织对搅动的响应、基于该组织的响应确定消融区特征;并且包括通过图形用户界面来显示表示组织的至少一部分的图像和消融区特征表示。

[0022] 在本公开的另一个方面,确定消融区特征包括鉴定对应于组织的响应的组织的区域。

[0023] 在本公开的另一方面,该方法还包括确定组织的响应的多个特征,其中该多个特征包括下列中的任何一个或它们的组合:组织位移量、组织位移量的变化率、组织的位移方向、组织的位移方向的变化率,或在组织的位移基于其而被检测到的组织中的位置;并且包括确定多个特征中的每一个是否超过一个或多个阈值,其中确定消融区特征还基于确定多个特征中的每一个是否超过一个或多个阈值的结果。

[0024] 在本公开的另一方面,确定消融区特征包括限定消融区,所述组织的对应于具有超过一个或多个阈值的相应特征的组织的部分被包括在该消融区中,并且所述组织的对应于具有不超过该一个或多个阈值的相应特征的组织的部分被从消融区排除,其中消融区特征包括下列中的任何一个或它们的组合:消融区的形状、大小或位置。

[0025] 在本公开的另一方面,显示所述图像包括显示由超声装置获得的超声图像,并且其中显示所述消融区特征表示包括显示图形覆盖到超声图像上。

[0026] 在本公开的另一方面,该方法还包括确定响应是否超过一个或多个阈值,其中确定消融区特征还基于确定多个特征中的每一个是否超过该一个或多个阈值的结果。

[0027] 在本公开的另一方面,所述响应包括下列中的任何一个或它们的组合:组织的位移量、或组织返回到预摇动位置所耗费的时间量。

[0028] 在本公开的另一方面,消融区特征包括下列中的一个或多个:检测到响应的区域的形状、检测到响应的区域的大小、或检测到响应的区域的位置。

[0029] 在本公开的另一方面,消融区特征的表示包括具有对应于组织响应的多个相应水平的特征的多个水平的阴影或着色的形状,其中该形状通过图形用户界面被叠加在超声图像的对应部分上。

[0030] 在本公开的另一方面,该方法还包括改变蠕动泵泵送流体通过消融装置的频率,其中基于该频率的变化来检测组织对搅动的响应。

[0031] 在本公开的另一方面,该方法还包括改变蠕动泵泵送流体通过消融装置的力,其中基于该力的变化来检测组织对搅动的响应。

[0032] 在本公开的另一方面,该方法还包括基于检测到的组织的响应和确定的消融区特征来追踪消融手术的进展。

[0033] 在本公开的另一方面,该方法还包括基于下列中的任何一个或它们的组合来确定预测的消融区特征:组织的响应、确定的消融区特征、消融装置的设置、微波能量被递送到组织的实耗持续时间、微波能量将被递送到组织的预期持续时间、在微波能量被递送到的组织中的位置、或微波能量递送到组织所借助的信号的一个或多个特征,并且包括通过图形用户界面来显示预测的消融区特征表示。

[0034] 在本公开的另一方面,微波能量被递送所借助的信号的一个或多个特征包括下列中的任何一个或它们的组合:信号的功率量、信号的幅值、信号的频率、信号的脉冲频率、或信号的脉冲宽度。

[0035] 在本公开的另一方面,该方法还包括基于下列中的任何一个或它们的组合来确定消融手术完成前还剩余的估计时间量:组织的响应、确定的消融区特征、微波能量被递送到组织的实耗持续时间、在微波能量被递送到的组织中的位置、或微波能量被递送所借助的信号的一个或多个特征,并且包括通过图形用户界面来显示消融手术完成前还剩余的估计时间量的指示符。

[0036] 在本公开的另一方面,该方法还包括确定消融手术是否基于下列中的任何一个或它们的组合而完成:组织的响应、确定的消融区特征、微波能量被递送到组织的实耗持续时间、在微波能量被递送到的组织中的位置、或微波能量被递送所借助的信号的一个或多个特征,并且包括通过图形用户界面来显示消融手术是否完成的指示符。

[0037] 在本公开的另一方面,该方法还包括响应于确定消融手术完成而自动地禁止将微波能量递送到组织。

[0038] 在本公开的另一方面,该方法还包括基于下列中的任何一个或它们的组合来确定消融手术的完成百分比:组织的响应、确定的消融区特征、微波能量被递送到组织的实耗持续时间、在微波能量被递送到的组织中的位置、或微波能量被递送所借助的信号的一个或多个特征,并且包括通过图形用户界面来显示消融手术的完成百分比的指示符。

[0039] 在本公开的另一方面,该方法还包括基于消融手术的完成百分比,通过消融装置的一个或多个相应设置来自动调整微波能量递送到组织所借助的微波信号的一个或多个特征。

[0040] 在本公开的另一方面,消融区特征包括下列中的一个或多个:消融区形状、消融区大小或消融区位置。

[0041] 在本公开的另一方面,消融区特征的表示包括通过图形用户界面被叠加在所述图像的对应于消融区的部分上的均匀着色或均匀阴影化的形状。

[0042] 在本公开的另一方面,消融区特征的表示包括具有对应于组织响应的多个相应水平的特征的多个水平的阴影或着色的形状,其中该形状通过图形用户界面被叠加在图像的对应部分上。

[0043] 在本公开的另一方面,微波能量在通过超声装置而扫描治疗位置的同时被递送到组织。

[0044] 根据本公开的一个实施方案提供了用于检测消融进展的系统。在本公开的一个方面,系统包括蠕动泵;消融装置,该消融装置被配置用于向治疗位置处的组织递送微波能

量,并通过借助于蠕动泵间歇泵送流体穿过消融装置的一部分来机械地搅动靠近消融装置的至少一部分的该组织的至少一部分;超声装置,该超声装置被配置用于通过超声装置递送超声能量至该组织;并从该组织的多个相应部分接收基于递送的超声能量的多个超声返回信号;计算装置,该计算装置被配置用于基于超声返回信号检测组织对搅动的响应、基于该组织的响应确定消融区特征,并产生表示该组织的至少一部分的图像和消融区特征;以及显示装置,该显示装置被配置用于通过图形用户界面来显示该图像。

[0045] 根据本公开的一个实施方案,提供了存储用于检测消融进展的程序的非暂态计算机可读存储介质,该程序包括当由处理器执行时导致以下操作的指令:使消融装置通过消融装置将微波能量递送到治疗位置处的组织,通过借助于蠕动泵间歇泵送流体穿过消融装置的一部分来机械地搅动靠近消融装置的至少一部分的该组织的至少一部分;使超声装置通过超声装置递送超声能量至该组织并从该组织的多个相应部分接收基于递送的超声能量的多个超声返回信号;使计算装置基于超声返回信号检测组织对搅动的响应、基于该组织的响应确定消融区特征;以及使显示装置通过图形界面显示表示组织的至少一部分的图像和消融区特征。

[0046] 本公开的上述方面和实施方案中的任何一者可以组合,而不脱离本公开的范围。

附图说明

[0047] 下面参照附图描述本公开的各个方面和特征,其中:

[0048] 图1是根据本公开的一个实施方案用于使用超声多普勒和弹性成像来预测和监测消融的系统的示意图;

[0049] 图2是根据本公开的一个实施方案形成图1的系统的组成部分的示例性计算装置的图;

[0050] 图3示出了根据本公开的一个实施方案用于使用多普勒效应来预测消融区的大小和形状的示例性方法的流程图;

[0051] 图4示出了根据本公开的一个实施方案用于使用多普勒效应来预测消融区的大小和形状的示例性方法的另一个流程图;

[0052] 图5示出了根据本公开的一个实施方案用于使用弹性成像来监测消融区的大小和形状的示例性方法的流程图;

[0053] 图6示出了根据本公开的一个实施方案用于使用弹性成像来监测消融区的大小和形状的示例性方法的另一个流程图;

[0054] 图7示出了根据本公开的一个实施方案可用于显示和监测消融区的大小和形状的示例性图形用户界面;

[0055] 图8示出了根据本公开的一个实施方案可用于显示和监测消融区的大小和形状的另一个示例性图形用户界面;并且

[0056] 图9示出了根据本公开的一个实施方案可用于显示和监测消融区的大小和形状的另一个示例性图形用户界面。

具体实施方式

[0057] 本公开涉及用于预测、检测和监测消融区的装置、系统和方法。更具体地,本公开

涉及使用通过超声检测的多普勒效应和弹性成像来预测、检测和监测消融区形状、大小和进展。可使用在计算机上执行的一个或多个软件应用程序来执行预测、检测和监测。

[0058] 多普勒效应是相对于信号来源移动的信号的感知频率或波长的变化。信号的频率或波长实际上不改变,但是由于信号来源的移动而被感知为改变。例如,当来源朝向检测器移动时信号频率将被感知为较高,并且当来源移动远离检测器时信号频率将被感知为较低。当使用超声传感器来检测组织振动时,振动中的组织可以是信号来源,并且较高频率的区域(指示朝向超声传感器的运动)可被描绘为蓝色散斑,而较低频率的区域(指示远离超声传感器的运动)可被描绘为红色散斑。为了基于检测到的多普勒效应来预测消融区的大小和形状,应用程序可例如从以其中超声成像系统被配置用于检测多普勒效应的模式操作的超声成像系统接收超声数据。

[0059] 然后,应用程序可处理接收的超声数据以识别发生多普勒频移的区域,该区域是其中组织振动并由此使得在超声数据中可检测到有红色和蓝色散斑的云的区域,所述有红色和蓝色散斑的云指示消融区的大小和形状。该应用程序还可导致显示装置基于所述有红色和蓝色散斑的云的大小和形状在超声图像上显示消融区的大小和形状的指示。应当注意,多普勒频移可在患者身体的多个区域中存在和被检测到,所述区域包括未进行消融的区域。然而,多普勒频移分布当由来自消融装置的组织加热引起时将是独特的,并且因此在被消融的组织中为轻易可检测到的,从而导致组织振动,该振动通过超声作为多普勒频移来检测。例如,虽然标称生理活动和流过血管的血液也可能引起多普勒频移,但是由于来自消融装置的组织加热造成的运动引起的多普勒频移的分布将与由生理活动和血液流动引起的多普勒频移区分开。

[0060] 除了多普勒效应之外,弹性成像也可用于监测消融区的大小、形状和进展。如下文所用,弹性成像被定义为显示出组织的弹性性质,特别是与硬组织对比的软组织的弹性性质的成像模态。柔软的组织将更具弹性,而硬的组织则弹性较小。为了使用弹性成像来监测消融区的大小、形状和进展,应用程序可例如从以其中超声成像系统被配置用于检测组织的弹性性质的模式操作的超声成像系统来接收超声数据。然后,应用程序可处理接收的超声数据以识别组织比周围组织弹性更小的区域,这种区域的大小和形状指示正在经历消融的组织区域和消融手术的进展。重复扫描组织以接收新的超声数据并处理该超声数据可提供对正在经历消融的组织区域和消融手术的进展的更新指示。例如,当组织由于消融而硬化时,超声数据(包括超声返回信号)将基于组织的弹性性质而改变,并且可因此经处理以指示消融手术的进展。该应用程序可进一步导致显示装置在超声图像上显示对消融区的大小、形状和进展的指示。

[0061] 本文所述的方法、系统、装置和计算机可读介质可用于在各种情境中执行消融治疗过程。例如,在临床医生正在进行消融手术的一个实施方案中,所述方法和系统可向临床医生提供消融区的大小和形状的各种视图和估计,以及消融手术的进展。本公开的这些和其他方面在本文下面详细描述。

[0062] 用于使用通过超声检测的多普勒效应和弹性成像来预测和监测消融区大小、形状和进展的方法可被实现为电磁导航(EMN)系统的组成部分。通常,在一个实施方案中,EMN系统可用于通过确定到靶位置(诸如手术部位或治疗位置)的路径、将定位组件导航到该靶位置以及将各种工具导航到该靶位置,来规划和执行对患者肺部区域的治疗。EMN系统可被配

置用于显示患者身体的各种视图,包括基于患者身体的术前放射照相图像产生的患者身体的三维(3D)模型。

[0063] 参照图1,可用于使用超声多普勒和/或弹性成像检测来预测、检测和监测消融区的系统100包括显示器110、包括电磁(EM)场发生器121的工作台120、包括EM传感器131的治疗工具130、连接到超声工作站150的超声传感器140、蠕动泵160、以及附接到或与微波发生器170可操作通信的计算装置180。计算装置180可以是例如膝上型计算机、台式计算机、平板计算机,或其他类似装置。计算装置180可被配置用于控制微波发生器170、蠕动泵160、电源(未示出),和/或与系统100相关或形成该系统的组成部分的任何其他附件和外围装置。显示器110被配置用于输出指令、图像,以及与治疗过程的性能相关的消息。

[0064] 工作台120可以是例如适于在治疗过程期间使用的手术台或其他工作台,该工作台包括EM场发生器121。EM场发生器121用于在治疗过程期间产生EM场并形成用于诸如通过追踪EM传感器131的位置来追踪外科器械在患者体内的位置的EM追踪系统的组成部分。EM场发生器121可包括各种部件,诸如要放置在手术台或患者床下面或集成到手术台或患者床中的特别设计的垫。这种EM追踪系统的一个示例是由北方数字公司(Northern Digital Inc.)出售的AURORA™系统。

[0065] 治疗工具130是用于经皮接取和治疗靶位置的外科器械。例如,治疗工具130可以是具有用于消融组织的微波消融天线的消融探针。治疗工具130可包括或具有已经与其附接的EM传感器131,以使得EM追踪系统能够追踪治疗工具130在患者体内的定位、位置和取向(也称为“姿势”)。微波发生器170可被配置用于输出微波能量到治疗工具130并控制蠕动泵160。蠕动泵160可被配置用于泵送流体通过治疗工具130以冷却治疗工具130。如下面更详细描述,蠕动泵160还可被配置用于以引起对治疗工具130周围的组织的机械搅动的方式泵送流体通过治疗工具130。虽然本公开描述了在外科手术环境中使用系统100,但是还设想系统100的一些或所有部件可以替代设置例如以成像实验室和/或办公室的设置来使用。

[0066] 除了EM追踪系统,外科器械也可通过使用超声成像来可视化。超声传感器140诸如超声棒可用于在治疗过程期间对患者的身体成像以可视化外科器械如治疗工具130在患者体内的位置。超声传感器140可具有嵌入在超声棒内或附接到超声棒的EM追踪传感器,例如夹式传感器或贴纸式传感器。如下文进一步描述,超声传感器140可相对于治疗工具130定位,使得治疗工具130与超声图像平面成角度,从而使临床医生能够可视化治疗工具130与超声图像平面和与被成像的对象的空间关系。此外,EM追踪系统还可追踪超声传感器140的位置。在一些实施方案中,一个或多个超声传感器140可放置在患者体内。EM追踪系统然后可追踪这种超声传感器140和治疗工具130在患者体内的位置。超声工作站150可用于配置、操作和查看由超声传感器140捕获的图像。同样,计算装置180可用于直接或通过超声工作站150中继地配置、操作和查看由超声传感器140捕获的图像。

[0067] 在治疗过程的执行期间,还可使用各种其他外科器械或外科工具,诸如LIGASURE™装置、外科吻合器等。在治疗工具130是微波消融探针的实施方案中,微波消融探针被用于通过使用微波能量加热组织以变性或杀死癌细胞来消融病变或肿瘤(在下文被称为“靶”)。包括此类消融探针的系统的构造和使用在由Dickhans在2014年8月26日提交的题为“MICROWAVE ABLATION SYSTEM”的共同待审的美国专利公开号2016/0058507、由Latkow等

人在2013年3月15日提交的题为“MICROWAVE ABLATION CATHETER AND METHOD OF UTILIZING THE SAME”的美国专利号9,247,992、由Brannan等人在2013年3月15日提交的题为“MICROWAVE ENERGY-DELIVERY DEVICE AND SYSTEM”的美国专利号9,119,650中更全面地描述,这些专利中的每一个的全部内容由此以引用方式并入本文。

[0068] 如上所述,在治疗过程期间可追踪治疗工具130在患者体内的位置。追踪治疗工具130的位置的示例性方法是通过使用EM追踪系统,所述EM追踪系统通过追踪传感器诸如附接到或并入治疗工具130中的EM传感器131来追踪治疗工具130的位置。可使用各种类型的传感器诸如印刷传感器,该传感器的结构和使用在由Greenburg等人在2015年10月22日提交的题为“MEDICAL INSTRUMENT WITH SENSOR FOR USE IN A SYSTEM AND METHOD FOR ELECTROMAGNETIC NAVIGATION”的共同待审的美国专利公布号US 2016/017487314/919,950中更全面地描述,该专利的全部内容以引用方式并入本文。类似于上述系统100的经皮治疗系统在由Giroto等人于2016年4月15日提交的题为“MICROWAVE ABLATION PLANNING AND PROCEDURE SYSTEMS”的共同待审的美国专利申请公布号2016/0317224中进一步描述,该专利的全部内容以引用方式并入本文。

[0069] 虽然上述系统100使用微波发生器170来为治疗工具130提供微波能量,但是本领域的技术人员将理解,可使用各种其他类型的发生器和工具而不偏离本公开的范围。例如,从射频发生器接收射频能量的射频(RF)消融工具可代替上述微波发生器和消融工具。此外,虽然上述系统100被设计用于经皮接取组织,但是本领域的技术人员将理解下面描述的方法可用于被设计用于支气管内导航以通过患者的气道和周围实质(surrounding parenchyma)接取治疗位置的系统和工具,而不偏离本公开的范围。在Brown等人于2015年6月29日提交的题为“SYSTEM AND METHOD FOR NAVIGATING WITHIN THE LUNG”的美国专利申请公布号2016/0000302中描述了这种支气管内导航系统的示例,该专利的全部内容以引用方式并入本文。

[0070] 参照图2,示出了计算装置180的简化框图。计算装置180可包括至少一个存储器202、一个或多个处理器204、显示器206、网络接口208、一个或多个输入装置210,和/或输出模块212。存储器202可存储应用程序281和/或图像数据214。应用程序281可在由处理器204执行时,使显示器206呈现用户界面216。应用程序281还可提供对治疗工具130相对于靶的位置以及消融区的大小、形状和位置的指示,如下面进一步描述的。

[0071] 存储器202可包括用于存储由处理器204可执行并且控制计算装置180的操作的数据和/或软件的任何非暂态计算机可读存储介质。在一个实施方案中,存储器202可包括一个或多个固态存储装置,诸如闪存芯片。作为一个或多个固态存储装置的替代或补充,存储器202可包括通过大容量存储控制器(未示出)和通信总线(未示出)连接到处理器204的一个或多个大容量存储装置。虽然本文所包含的计算机可读介质的描述是指固态存储器,但是本领域的技术人员应当理解,计算机可读存储介质可以是可由处理器204访问的任何可用媒体。也就是说,计算机可读存储介质包括在用于存储信息如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据的任何方法或技术中实现的非暂态、易失性和非易失性、可移除和不可移除的介质。例如,计算机可读存储介质包括RAM、ROM、EPROM、EEPROM、闪存或其他固态存储器技术、CD-ROM、DVD、蓝光光碟或其他光学存储器、磁带盒、磁带、磁盘存储器或其他磁性存储装置,或可用于存储期望的信息并且可由计算装置180访问的任何其他介质。

[0072] 网络接口208可被配置为连接到网络,诸如由有线网络和/或无线网络、广域网(LAN)、无线移动网络、蓝牙网络和/或因特网组成的局域网(WAN)。输入装置210可以是用户可通过其与计算装置180交互的任何装置,例如鼠标、键盘、脚踏开关、触摸屏和/或语音接口。输出模块212可包括任何连接端口或总线,诸如并行端口、串行端口、通用串行总线(USB),或本领域的技术人员已知的任何其他类似的连接端口。

[0073] 现在转向图3,根据本公开的一个实施方案,示出了消融区检测的示例性方法的流程图。可使用上述系统100来执行该方法。具体地,在计算装置180上执行的应用程序281可用于执行或使系统100的其他部件执行图3的方法的步骤。在步骤S302处开始,将微波能量递送到组织。例如,治疗工具130可从微波发生器170接收微波能量,并且可在致动时将微波递送到组织。

[0074] 在步骤S304,将超声能量递送到组织。例如,超声传感器140可用于在致动时将超声能量递送到组织。此后,在步骤S306,超声传感器140可基于递送到组织的超声能量接收来自组织的超声返回信号。然后可由超声工作站150和/或计算装置180来分析超声返回信号以在步骤S308处确定是否能够检测到多普勒频移。如果不能检测到多普勒频移,则处理返回步骤S304。

[0075] 当检测到多普勒频移时,处理前进至步骤S310,其中计算装置180基于该多普勒频移确定消融区特征。在步骤S312处,计算装置180然后显示或使显示装置110显示消融区特征。此后,在步骤S314,应用程序281确定消融手术是否已经完成。如果消融手术尚未完成,则处理返回步骤S304。如果消融手术已经完成,则处理结束。

[0076] 现在参照图4,根据本公开的一个实施方案,示出了消融区检测的另一示例性方法的流程图。与如上所述的图3的方法一样,可使用上述系统100来执行该方法。具体地,在计算装置180上执行的应用程序281可用于执行或使系统100的其他部件执行图4的方法的步骤。在步骤S402处开始,应用程序281预先配置消融手术的设置。所述设置可由临床医生接收或输入,和/或可存储在存储于计算装置180中的一个或多个文件中。

[0077] 此后,在步骤S404,应用程序281产生用于使消融天线如治疗工具130发射微波能量的信号。该信号可包括用于消融组织的电外科波形和/或用于发射电外科波形的指令。所述信号还可包括功率量、幅值、能量频率、脉冲频率和/或脉冲宽度。然后应用程序281将信号传输到消融天线。在执行步骤S406之前的某一时刻,将消融天线放置在治疗位置附近,如上面参照图1所述。

[0078] 在步骤S406,消融天线启动微波能量向消融天线周围的组织中的递送。微波能量递送可由临床医生通过在微波天线上按下和/或握住按钮或控制杆来发起,和/或通过按下应用程序281的用户界面216上的按钮来发起。将微波能量递送到组织中以加热组织,从而使组织振动。

[0079] 在由消融天线发起微波能量递送的同时,应用程序281启动计时器以记录和测量从微波能量递送开始以来已经过去的总时间。然后在步骤S408,应用程序281可经由用户界面216显示基于在步骤S402处预先配置的消融手术的设置而计算出的消融过程的实耗时间和/或消融手术完成前还剩余的时间。消融手术完成前还剩余的时间可基于预配置的消融手术设置诸如消融手术的总时间减去实耗时间。

[0080] 此后或与此同时,在步骤S410,由超声传感器140将超声能量递送到治疗位置处的

组织。超声传感器140可定位为使得超声能量递送到的组织区域涵盖全部的或一部分的治疗位置。然后,在步骤S412处,超声传感器140接收基于递送到组织的超声能量的超声返回信号。

[0081] 将超声返回信号提供给超声工作站和/或计算装置180以诸如由应用程序281进行处理和/或分析,以在步骤S414处确定是否能够在消融天线周围的组织中检测到由于微波能量递送引起的组织振动导致的多普勒频移。例如,当超声传感器140检测到多普勒频移时,远离超声传感器140的运动可以红色显示,而朝向超声传感器140的运动可以蓝色显示。因此,在组织振动的情况下,超声传感器140可检测有红色和蓝色散斑的云,其中远离超声传感器140移动的组织导致红色散斑,而朝向超声传感器140移动的组织导致蓝色散斑。如本领域的技术人员将认识到的,在此提及的红色和蓝色仅仅是举例,并且在不脱离本公开的范围的情况下可使用任何两种或更多种颜色来指示多普勒频移。虽然应用程序281可检测到和可识别由于移动的水分子引起的组织振动造成的多普勒频移,但是多普勒频移也可能由其他运动引起,诸如血液流动、由于极热引起的组织振动等。然而,由此类其他运动引起的多普勒频移可具有不同的频率和/或强度,并且因此与由组织加热引起的多普勒频移是可区分的。出于本公开的目的,在下文中提到的多普勒频移是由于组织加热引起的组织振动造成的多普勒频移,与由其他运动造成的多普勒频移区分开。

[0082] 如果应用程序281在图像数据中检测到多普勒频移,则处理前进至步骤S416,其中应用程序281进一步处理从超声传感器140接收的超声图像数据以确定在消融天线周围的组织中的多普勒频移的特征。多普勒频移的特征可包括多普勒频移的量、多普勒频移的量的变化率、多普勒频移的方向、多普勒频移的方向的变化率、在多普勒频移基于其而被检测到的组织中的位置、和/或在多普勒频移基于其而被检测到的组织中的位置中的多普勒频移的浓度。例如,每个多普勒频移可具有方向。

[0083] 在步骤S418,应用程序281可进一步确定多普勒频移的特征是否超过一个或多个阈值。例如,应用程序281可确定多普勒频移的量、多普勒频移的量的变化率和/或特定区域中的多普勒频移的浓度是否超过阈值。

[0084] 此后,在步骤S420,应用程序281确定一个或多个消融区特征。该确定可基于由超声传感器140检测到的多普勒频移和/或基于预配置的消融手术设置。消融区特征还可基于确定多个特征中的每一个是否超过一个或多个阈值的结果。所述特征可包括消融区的形状、消融区的大小、和/或消融区的位置和/或对应于多普勒频移的组织的一个或多个区域。应用程序281还可通过以下步骤来确定一个或多个消融区特征:限定消融区,包括所述组织的对应于具有超过一个或多个阈值的特征的多普勒频移的部分;以及排除所述组织的对应于具有不超过该一个或多个阈值的特征的多普勒频移的部分,如在步骤S418中所确定的。

[0085] 在步骤S422,应用程序281可确定预测的消融区特征。预测的消融区特征可基于检测到的多普勒频移、确定的消融区特征、预配置的配置设置、微波能量被递送到组织的实耗持续时间、微波能量将被递送到组织的预期持续时间、在微波能量被递送到的组织中的位置、和/或微波能量被递送到组织所借助的信号的一个或多个特征。预测的消融区特征可包括基于预配置的设置和多普勒频移的特征预测的最终消融区的大小、形状和/或位置。也就是说,如果消融手术按计划继续,则应用程序281可确定对将被消融的总区域的大小、形状和位置的预测。应用程序281还可基于多普勒频移、确定的消融区特征、微波能量被递送到

组织的实耗持续时间、在微波能量被递送到的组织中的位置、和/或微波能量被递送所借助的信号的一个或多个特征来确定消融手术的完成百分比。

[0086] 在步骤S424,应用程序281可然后通过用户界面216来显示对消融区特征和/或预测的消融区特征的指示,所述指示的示例参照图7至图9描述如下。例如,应用程序281可在从超声传感器140接收的超声图像上显示消融区的虚拟指示符或表示,如图7和图8所示,如下所述。应用程序281还可显示消融区的指示为有红色和蓝色散斑的云,类似于多普勒频移的外观,如图9所示,下文所述。消融区域特征的虚拟指示符或表示可包括被叠加在对应于消融区的超声图像部分上的均匀着色或均匀阴影化的形状。或者,消融区特征的虚拟指示符或表示可包括对应于多普勒频移的各种水平的特征的多个水平的阴影或着色。应用程序281还可显示对消融手术的完成百分比的指示。

[0087] 此后,在步骤S426,应用程序281确定消融手术是否已经完成。该确定可基于多普勒频移、确定的消融区特征、微波能量被递送到组织的实耗持续时间、在微波能量被递送到的组织中的位置、或微波能量被递送所借助的信号的一个或多个特征、在步骤S402处预配置的设置、和/或基于在由消融天线发射微波能量的过程中检测到的停止。如果应用程序281确定消融手术未完成,则处理前进至步骤S428,其中应用程序281确定消融手术完成前还剩余的估计时间。消融手术完成前还剩余的估计时间可基于多普勒频移、确定的消融区特征、微波能量被递送到组织的实耗持续时间、在微波能量被递送到的组织中的位置、微波能量被递送到组织所借助的信号的一个或多个特征、在步骤S402处接收的预配置设置、和/或在步骤S422处确定的预测消融区特征。然后,应用程序281在步骤S430处可显示完成前还剩余的估计时间,此后处理返回到步骤S410。应用程序281还可基于在步骤S422处确定的消融手术的完成百分比,通过消融装置的一个或多个相应设置来自动调整微波能量递送到组织所借助的微波信号的一个或多个特征。或者,如果应用程序281在步骤S426处确定消融手术完成,则在步骤S432处停止由消融天线发射微波能量,并且处理结束。在一个实施方案中,应用程序281可通过以下方式来确定消融手术已经完成:分析超声返回信号以检测先前检测到高于阈值的多普勒频移(指示组织正在被消融)的组织区域是否不再产生高于阈值的多普勒频移(指示组织已经干燥)。部分地因为由于水分子被快速加热而使水分子在组织中移动而引起的多普勒频移将在组织被消融时并且在组织被干燥之前最明显和集中。一旦组织变得干燥,并且因此大部分水分子被去除,由于水分子移动引起的多普勒频移将较不明显和/或较不集中。因此,应用程序281可通过分析超声返回信号来检测和/或确定组织何时被干燥。在使用单一治疗工具130以消融组织的实施方案中,当围绕治疗工具130的组织被加热时,水分子将从治疗工具130的辐射部分径向向外移动。因此,消融组织的中心部分,即最接近治疗工具130的辐射部分的组织,将在消融手术期间首先被干燥和将被加热至最高温度。当消融手术进展时,此部分将径向向外扩张。应用程序281可基于在步骤S402处被配置或接收的消融手术的设置来确定边界或阈值,并且可确定一旦干燥的组织延伸到边界或阈值或/或超出边界或阈值,则消融手术已经完成。

[0088] 现在转向图5,根据本公开的一个实施方案,示出了使用弹性成像来监测消融区的大小和形状的示例性方法的流程图。可使用上述系统100来执行该方法。具体地,在计算装置180上执行的应用程序281可用于执行或使系统100的其他部件执行图5的方法的步骤。在步骤S502处开始,将微波能量递送到组织。例如,治疗工具130可从微波发生器170接收微波

能量,并且可在致动时将微波递送到组织。

[0089] 在步骤S504,将机械搅动施加到组织。机械搅动可通过诸如由蠕动泵160泵送通过治疗工具130的流体的脉冲引起。蠕动泵160泵送流体通过消融天线所使用的频率和/或力可以经修改以使例如超声传感器140可检测到由消融天线发射的机械搅动。

[0090] 此后,在步骤S506,将超声能量递送到组织。例如,超声传感器140可用于在致动时将超声能量递送到组织。接着,在步骤S508,超声传感器140可基于递送到组织的超声能量接收来自组织的超声返回信号。然后可由超声工作站150和/或计算装置180来分析超声返回信号,以在步骤S510处确定是否能够检测到组织对搅动的响应。如果不能检测到组织对搅动的响应,则处理返回到步骤S504。

[0091] 当检测到组织对搅动的响应时,处理前进至步骤S512,其中计算装置180基于该响应确定消融区特征。在步骤S514,计算装置180然后显示或使显示装置110显示消融区特征的表示。此后,在步骤S516,应用程序281确定消融手术是否已经完成。如果消融手术尚未完成,则处理返回步骤S504。如果消融手术已经完成,则处理结束。

[0092] 现在转向图6,根据本公开的一个实施方案,示出了使用弹性成像来监测消融区的大小和形状的另一示例性方法的流程图。与如上所述的图5的方法一样,可使用上述系统100来执行该方法。具体地,在计算装置180上执行的应用程序281可用于执行或使系统100的其他部件执行图6的方法的步骤。在步骤S602处开始,应用程序281预先配置消融手术的设置。所述设置可由临床医生接收或输入,和/或可存储在存储于计算装置180中的一个或多个文件中。

[0093] 此后,在步骤S604,应用程序281产生用于使消融天线如治疗工具130发射微波能量的信号。该信号可包括功率量、幅值、能量频率、脉冲频率、或脉冲宽度、用于消融组织的电外科波形、和/或用于递送电外科波形的指令。然后应用程序281将信号传输到消融天线。在执行步骤S606之前的某一时刻,将消融天线放置在治疗位置附近,如上面参照图1所述。

[0094] 在步骤S606,消融天线启动微波能量向消融天线周围的组织中的递送。微波能量递送可由临床医生通过在微波天线上按下和/或握住按钮或控制杆来发起,和/或通过按下应用程序281的用户界面216上的按钮来发起。将微波能量递送到组织中以加热组织,从而使组织变硬或硬化,因此变得比在将微波能量递送到组织之前弹性更小。微波能量递送到组织也将变得比相邻组织弹性更小。也就是说,定位为更靠近消融天线并因此接收更多微波能量以及被加热到更高温度的组织将比定位为更远离消融天线的组织弹性更小,并且因此具有较低的弹性水平。

[0095] 在由消融天线发起微波能量的递送的同时,应用程序281启动计时器以记录和测量从微波能量递送开始以来已经过去的总时间。应用程序281可然后在步骤S608经由用户界面216显示基于在步骤S602处预先配置的消融手术的设置计算出的消融过程的实耗时间和/或消融手术完成前还剩余的时间。消融手术完成前还剩余的时间可基于预配置的消融手术设置,诸如消融手术的总时间减去实耗时间。

[0096] 此后或与此同时,在步骤S610,消融天线发射机械搅动到消融天线周围的组织中。机械搅动可通过诸如由蠕动泵160泵送通过通过微波消融天线的流体的脉冲引起。蠕动泵160泵送流体通过消融天线所使用的频率和/或力可以经修改以使通过例如由超声传感器140捕获的超声返回信号和/或超声图像可检测到由消融天线发射的机械搅动。例如,蠕动

泵160可被配置用于在正常操作期间以大约10Hz产生脉冲。脉冲频率可诸如通过加速或减慢蠕动泵160的电动机头而经调整或修改,以优化由脉冲产生的压力波的有效性。基于压力波的有效性可加强组织对搅动的响应,并且基于组织对搅动的响应可确定组织响应的特征,诸如弹性梯度。弹性梯度可指示组织的干燥水平,并且因此指示消融手术的进展。可通过改变蠕动泵160的电动机头速度来产生各种脉冲频率,并且由此可加强与消融天线相距不同距离处的弹性梯度。例如,较高脉冲频率可加强更接近消融天线的弹性梯度,而较低频率可加强更远离消融天线的弹性梯度。增加的脉冲频率将使脉冲的压力尖峰或力减小,从而使更接近消融天线的弹性梯度加强,而减小的脉冲频率将使脉冲的压力尖峰或力增加,从而导致更远离消融天线的弹性梯度加强。

[0097] 接着,在步骤S612,由超声传感器140将超声能量递送到治疗位置处的组织。超声传感器140可定位为使得超声能量递送到的组织区域涵盖全部或一部分的治疗位置。然后,在步骤S614处,超声传感器140接收基于递送到组织的超声能量的超声返回信号。

[0098] 将超声返回信号提供给超声工作站和/或计算装置180以诸如由应用程序281进行处理和/或分析,以在步骤S616处确定是否能够在消融天线周围的组织中检测到对搅动的响应。例如,如上所述,机械搅动可基于通过消融天线的流体脉冲来使消融天线周围的组织位移。在实施方案中,应用程序281可调整蠕动泵160泵送流体通过消融装置所使用的频率和/或力,以引起对消融装置周围的组织的机械搅动,并且可基于调整的频率和/或力来检测组织对搅动的响应。如果应用程序281确定尚未检测到对搅动的响应,则处理返回到步骤S610。

[0099] 或者,如果已经检测到对搅动的响应,则处理前进至步骤S618,其中应用程序281处理超声返回信号和/或超声图像以确定组织对搅动的响应的特征。组织对搅动的反应的特征可包括组织的位移量、组织的位移量的变化率、组织的位移方向、组织的位移方向的变化率、在组织的位移基于其而被检测到的组织中的位置、组织返回到预搅动位置所耗费的时间量、和/或弹性梯度。也就是说,应用程序281可基于检测到的由机械搅动引起的消融天线周围的组织的位移来确定组织的响应时间,即,组织返回到其预搅动状态所耗费的时间。例如,超声图像可显示每当流体的脉冲被泵送通过消融天线时消融天线周围的组织移位并且返回到其预先移位的位置。应用程序281还可基于机械搅动确定组织的位移量。弹性梯度可基于这些特征中的一个或多个。组织的位移量和响应时间将与组织的弹性水平相关。弹性较小的组织将移动较少,并且具有比弹性更大的组织更快的响应时间。如上所述,弹性较小的组织将相较于弹性更大的组织接收更多的微波能量并且已经被加热到更高的温度,因此可以推断移动更少并且具有更快的响应时间的组织相较于移动更多的组织被更彻底地消融。

[0100] 在实施方案中,应用程序281可对组织对搅动的响应进行差异分析。例如,应用程序281可分析组织对跨超声传感器140的扫描平面的搅动的响应以聚焦于相邻组织区域之间的弹性或刚度的差异。如果应用程序281检测到一组织区域比相邻组织区域移位更多或更少,则应用程序281可将该差异识别为梯度线和/或潜在的消融区边界。如果沿着一致的线或在与消融天线相距一致距离处检测到类似的差异,则应用程序281可提高所识别的梯度线是消融区域边界的置信水平。类似地,应用程序281可基于基于组织对搅动的响应进行的梯度线差异分析来识别肿瘤边界。例如,癌性组织可能与健康组织对搅动具有不同的

响应,并且基于梯度线差异分析可检测到癌组织的响应的差异。因此,在实施方案中,可在消融天线已经被放置之后但是在微波能量到组织的递送开始之前例如在步骤S606之前进行对组织对搅动的响应的差异分析,以识别肿瘤边界。在此类实施方案中,可在步骤S606之前执行步骤S610和S612。

[0101] 此后,在步骤S620,应用程序281比较组织响应的特征与一个或多个预定阈值以确定所述特征中的每一个是否超过该一个或多个阈值。例如,如果响应时间小于预定阈值,这可能是组织弹性较小的指示。或者,如果响应时间大于预定阈值,这可能是组织弹性较大的指示。

[0102] 然后在步骤S622处,应用程序281可基于组织响应的特征来确定消融天线周围的消融区的特征。例如,该确定可基于由超声传感器140检测到的组织的弹性水平、位移量和/或响应时间。作为另外一种选择或除此之外,该确定可基于上述基于差异分析检测到的梯度线。该确定还可基于对应于检测到的组织对搅动的响应的组织区域,和/或在步骤S620处确定组织响应的特征是否超过一个或多个阈值的结果。消融区特征可包括消融区的形状、消融区的大小和/或消融区的位置。确定消融区特征还可包括通过以下步骤来限定消融区:包括对应于具有超过一个或多个阈值的特征的组织响应的组织部分;以及排除对应于具有不超过该一个或多个阈值的特征的组织响应的组织部分。

[0103] 应用程序281还可在步骤S624确定预测的消融区特征。预测的消融区特征可包括基于预配置的设置和组织对搅动的响应的特征预测的最终消融区的大小、形状和/或位置。也就是说,如果消融手术按计划继续,则应用程序281可确定对将被消融的总区域的大小、形状和位置的预测。预测的消融区特征可基于组织响应、确定的消融区特征、消融装置的设置、微波能量被递送到组织的实耗持续时间、微波能量将被递送到组织的预期持续时间、在微波能量被递送到组织中的位置、或者微波能量递送到组织所借助的信号的一个或多个特征。应用程序281还可基于组织响应、确定的消融区特征、微波能量被递送到组织的实耗持续时间、在微波能量被递送到组织中的位置、和/或微波能量被递送所借助的信号的一个或多个特征来确定消融手术的完成百分比。

[0104] 然后在步骤S626,应用程序281可通过用户界面216显示对消融区特征和/或预测的消融区特征的指示,所述指示的示例参照图7和图8描述如下。例如,应用程序281可在从超声传感器140接收的超声图像上显示消融区的虚拟指示符或表示作为叠加,如图7和图8所示,如下所述。消融区域特征的虚拟指示符或表示可包括叠加在对应于消融区的超声图像部分上的均匀着色或均匀阴影化的形状。或者,消融区特征的虚拟指示符或表示可包括对应于组织响应的各种水平的特征的多个水平的阴影或着色。应用程序281还可将消融区的指示显示为指示组织的不同弹性水平的梯度,其中更接近消融天线的组织弹性更小,而更远离消融天线的组织弹性更大。消融区的虚拟指示符或表示还可包括具有对应于组织响应的多个相应水平的特征的多个水平的阴影或着色的形状。应用程序281还可显示对消融手术的完成百分比的指示。另外,应用程序281可显示在上述差异分析期间识别的梯度线,其中所述梯度线可指示消融区的边界和/或肿瘤的边界。

[0105] 可基于机械搅动到组织中的重复发射以重复测量在步骤S616处检测到的组织的位移和响应时间,以及在步骤S622处确定的消融区的确定特征,来追踪消融手术的进展。例如,应用程序281可基于检测到的组织的弹性水平和响应时间来确定已经充分消融的组织

区域,和/或尚未充分消融的组织区域。然后,应用程序281可在从超声传感器140接收的超声图像上显示不同区域的指示符及其相应的弹性水平,以及那些区域是否已经被充分消融。

[0106] 此后,在步骤S628,应用程序281确定消融手术是否已经完成。该确定可基于组织响应、确定的消融区特征、微波能量被递送到组织的实耗持续时间、在微波能量被递送到组织中的位置、或微波能量被递送所借助的信号的一个或多个特征、在步骤S602处预配置的设置、和/或基于在由消融天线发射微波能量的过程中检测到的停止。

[0107] 如果应用程序281确定消融手术未完成,则处理前进至步骤S630,其中应用程序281确定消融手术完成前的估计时间。消融手术完成前还剩余的估计时间可基于组织响应、确定的消融区特征、微波能量被递送到组织的实耗持续时间、在微波能量被递送到组织中的位置、微波能量递送到组织所借助的信号的一个或多个特征、在步骤S602处接收的预配置设置、和/或在步骤S624处确定的预测消融区特征。应用程序281可然后在步骤S632处显示完成前还剩余的估计时间,此后处理返回到步骤S610。应用程序281还可基于在步骤S624处确定的消融手术的完成百分比,通过消融装置的一个或多个相应设置来自动调整微波能量递送到组织所借助的微波信号的一个或多个特征。

[0108] 或者,如果应用程序281在步骤S628处确定消融手术完成,则在步骤S634处停止由消融天线发射微波能量,并且处理结束。

[0109] 如本领域技术人员将理解的,上述方法是形成用于执行消融手术的漫长过程的组成部分的次常式。因此,出于简洁目的,本领域技术人员已知的形成消融手术的组成部分的各种其他步骤和常式在本文中被省略或仅简要描述。

[0110] 图7示出了在如上所述图4的步骤S424和/或图6的步骤S626期间可由应用程序281在显示器206上显示的示例性用户界面216的图式。图7包括示出超声探头702的指示符和消融天线703的指示符的视图700。还示出了时间704、温度706和输出功率708。时间704可被配置用于显示实耗时间和/或剩余时间,如上文参照图4和图6所述。视图700还示出叠加到超声图像平面725上的消融天线710的表示。消融天线710可包括一个或多个部分,例如,与在超声图像数据中检测到的治疗工具130相对应的成像部分,以及与在超声图像数据中未检测到而是显示为叠加到超声图像数据上的图形的治疗工具130的一个或多个部分相对应的生成部分。超声传感器720被示出为用于提供超声图像平面725的观察角度。示出了交叉指示符740的角度以提供消融天线710与超声图像平面725的交叉角度。如图7所示,消融天线710和超声图像平面725是共平面的。也可示出消融天线710的轨迹715。在消融天线710周围示出了投影和/或检测到的消融区域730的指示符。投影和/或检测到的消融区730的指示符对应于上文参照图4和图6所描述的消融区的指示符。

[0111] 现在转向图8,示出了在图4的步骤S424和/或图6的步骤S626期间可由应用程序281在显示器206上显示的另一示例性用户界面216。图8包括与如上所述图7相同的许多元件。出于简洁目的,将不再描述这些元件。图8示出了超声图像平面725的伪3D透视图和该超声图像平面与消融天线710的交叉角度。超声图像726显示在超声图像平面725上,而消融天线710被示出为以由交叉指示符740的角度表示的角度与超声图像平面725交叉。

[0112] 现在参照图9,在如上所述图4的步骤S424期间可由应用程序281在显示器206上显示另一个示例性用户界面216。图9包括与如上所述图7相同的许多元件。出于简洁目的,将

不再描述这些元件。图9示出了类似于图7的任选视图,其中示出了关于消融区的具有红色和蓝色散斑的云。如上所述,散点可用各种颜色、形状和/或其他指示符指示。如图9所示,红色散斑由“x”标记735a表示,而蓝色散斑由“o”标记735b表示。在消融手术的过程中,可在检测到多普勒频移的位置中呈现关于消融区的红色和蓝色散斑。当消融手术如上所述进展时,最接近消融天线的组织区域将首先变得干燥,并且这种组织区域中的多普勒频移可在量、浓度和/或频率方面减小。因此,通过查看诸如图9所示的用户界面216,临床医生可基于呈现多普勒频移的组织区域来可视化消融手术的进展。

[0113] 装置、并入了这种装置的系统,以及使用它们的方法的详细实施方案如本文所述。然而,这些详细实施方案仅是本公开的示例,本公开可以各种形式体现。因此,本文公开的具体结构和功能细节不被解释为限制,而仅作为权利要求书的基础,并且作为允许本领域的技术人员以适当详细的结构不同地采用本公开的代表性基础。虽然前面的实施方案是根据患者气道的支气管镜来描述的,但是本领域的技术人员将认识到,相同或相似的装置、系统和方法可用于其他管腔网络,诸如血管、淋巴、和/或胃肠道网络。如本领域的技术人员将认识到,上述方法可使用经皮系统如上述系统100来执行。另选地或除此之外,所述方法还可使用支气管内通路和导航系统来执行。

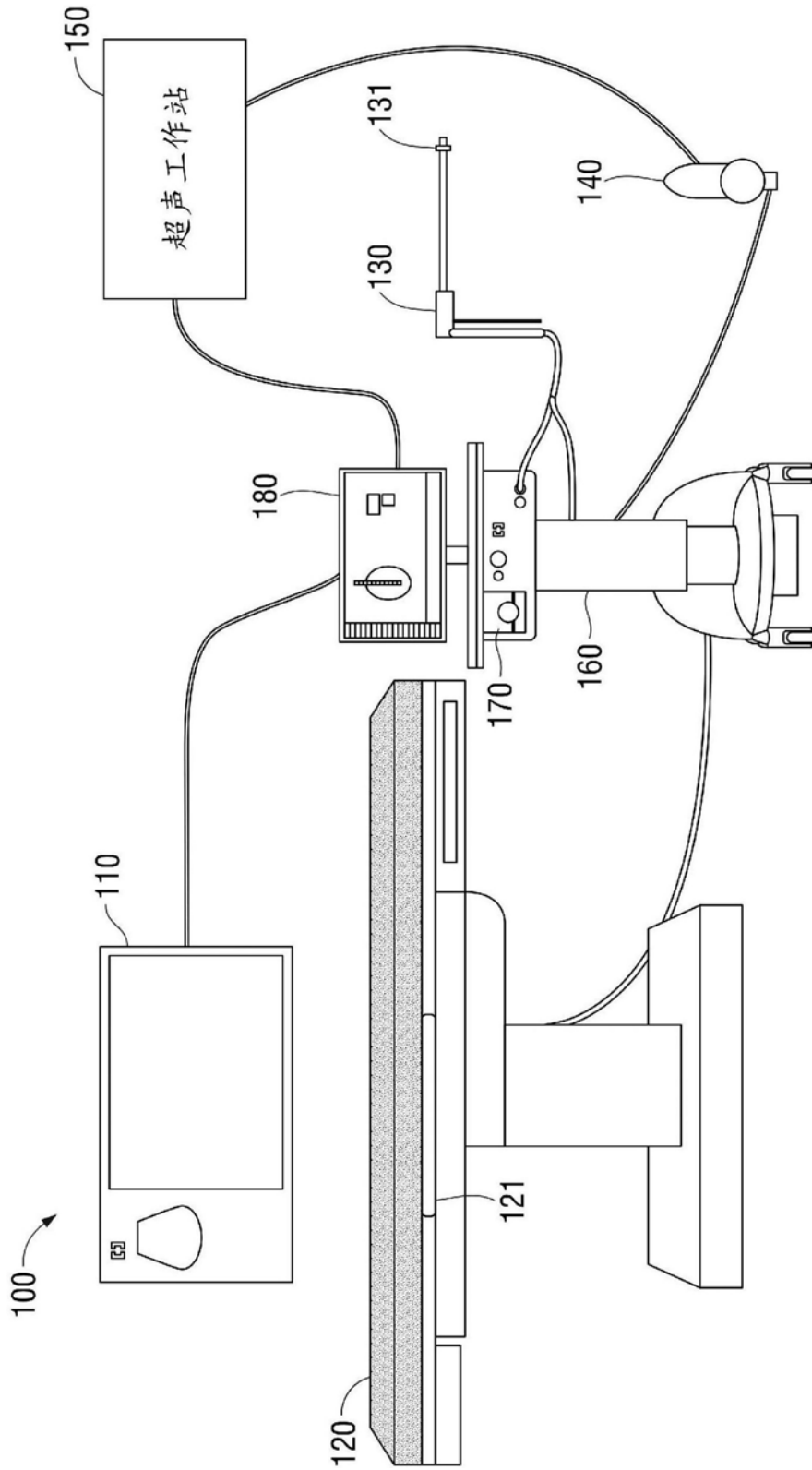


图1

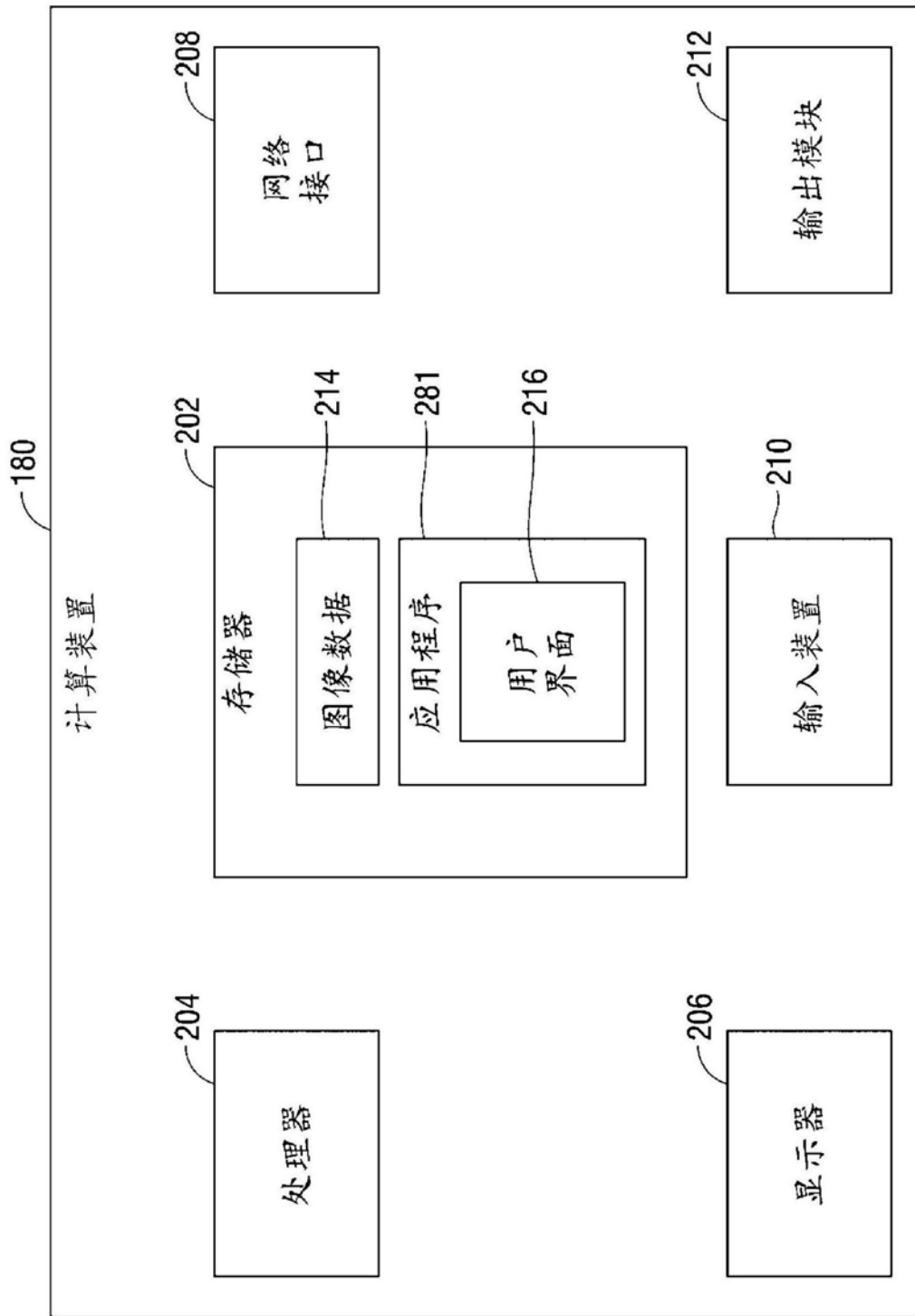


图2

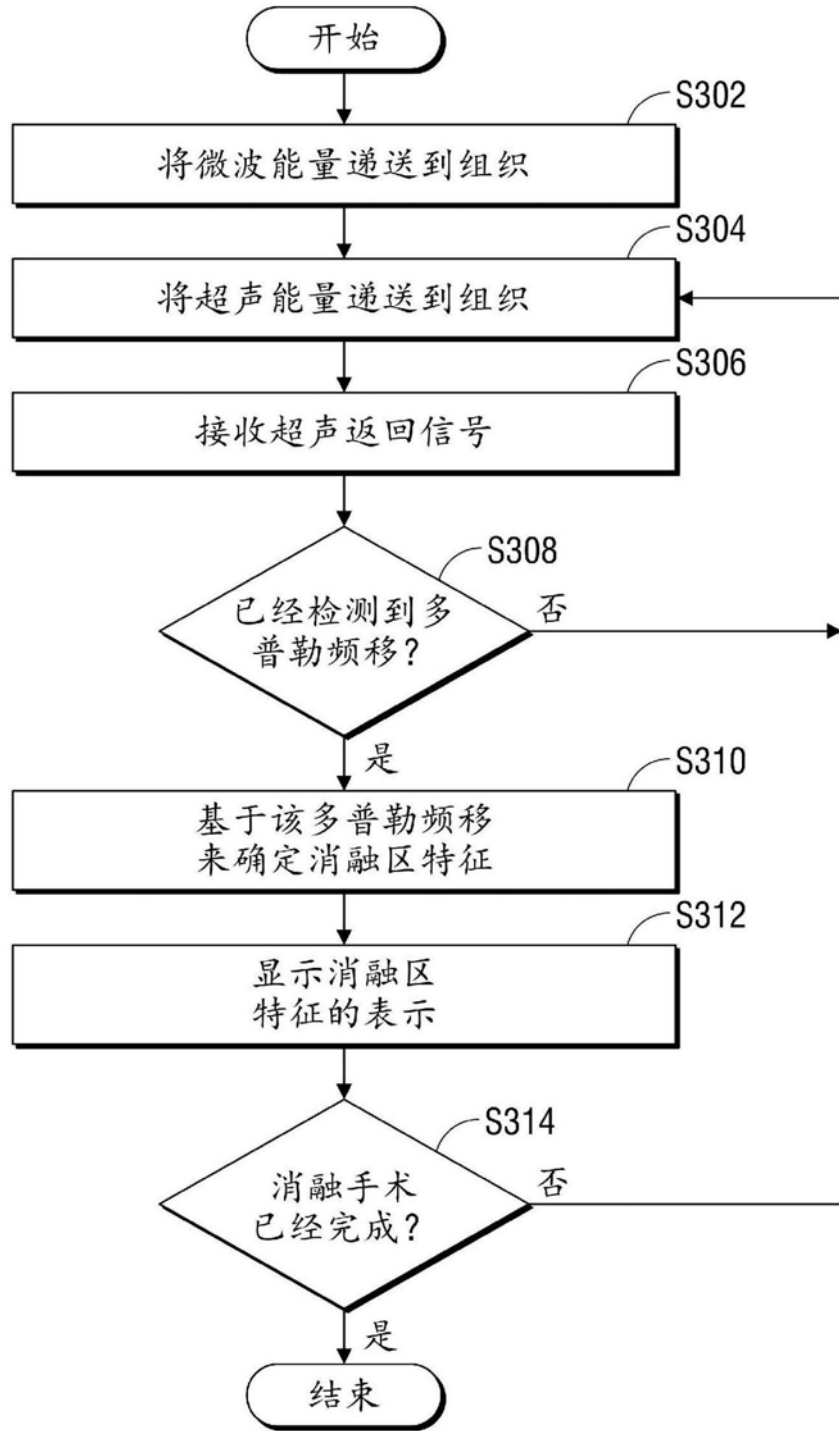


图3

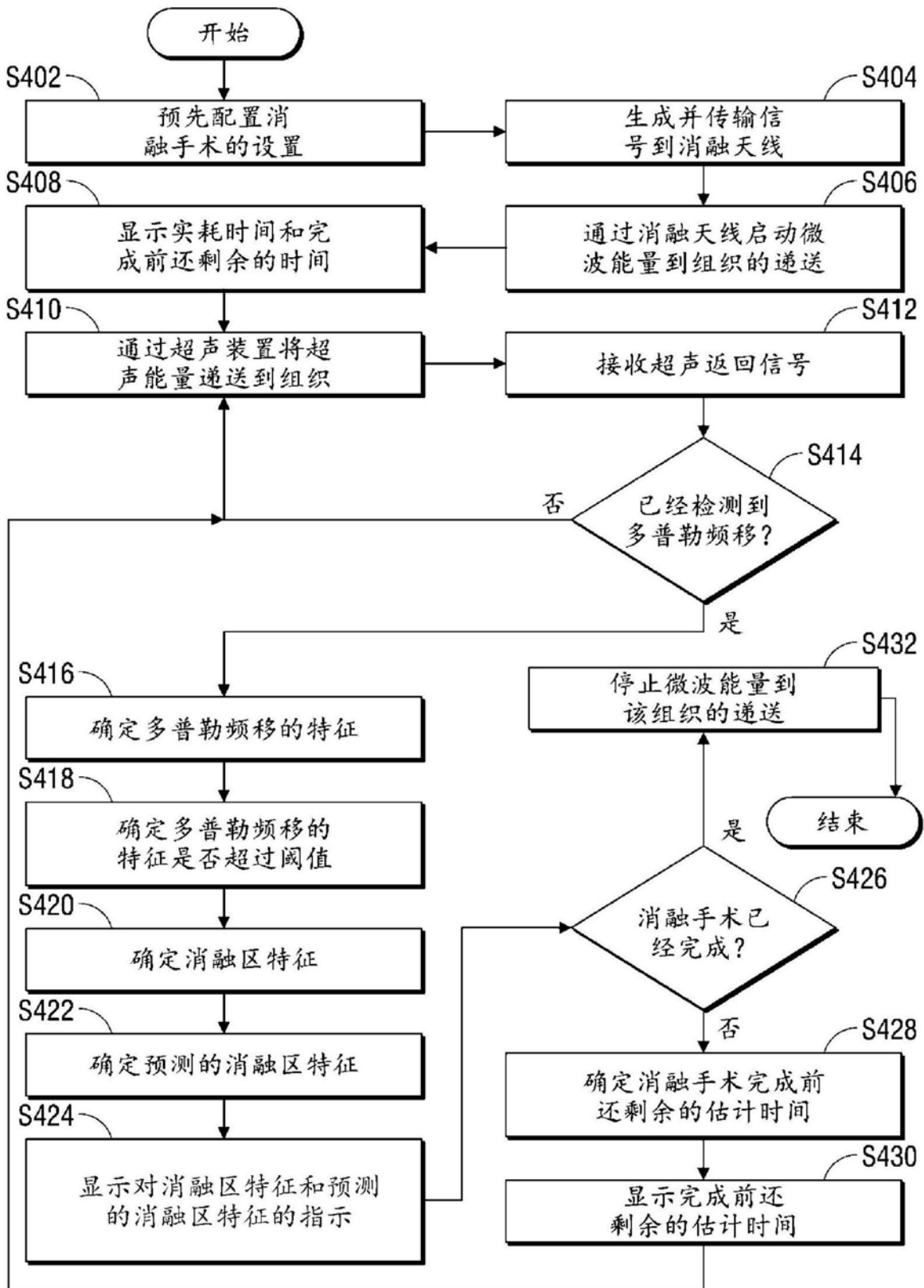


图4

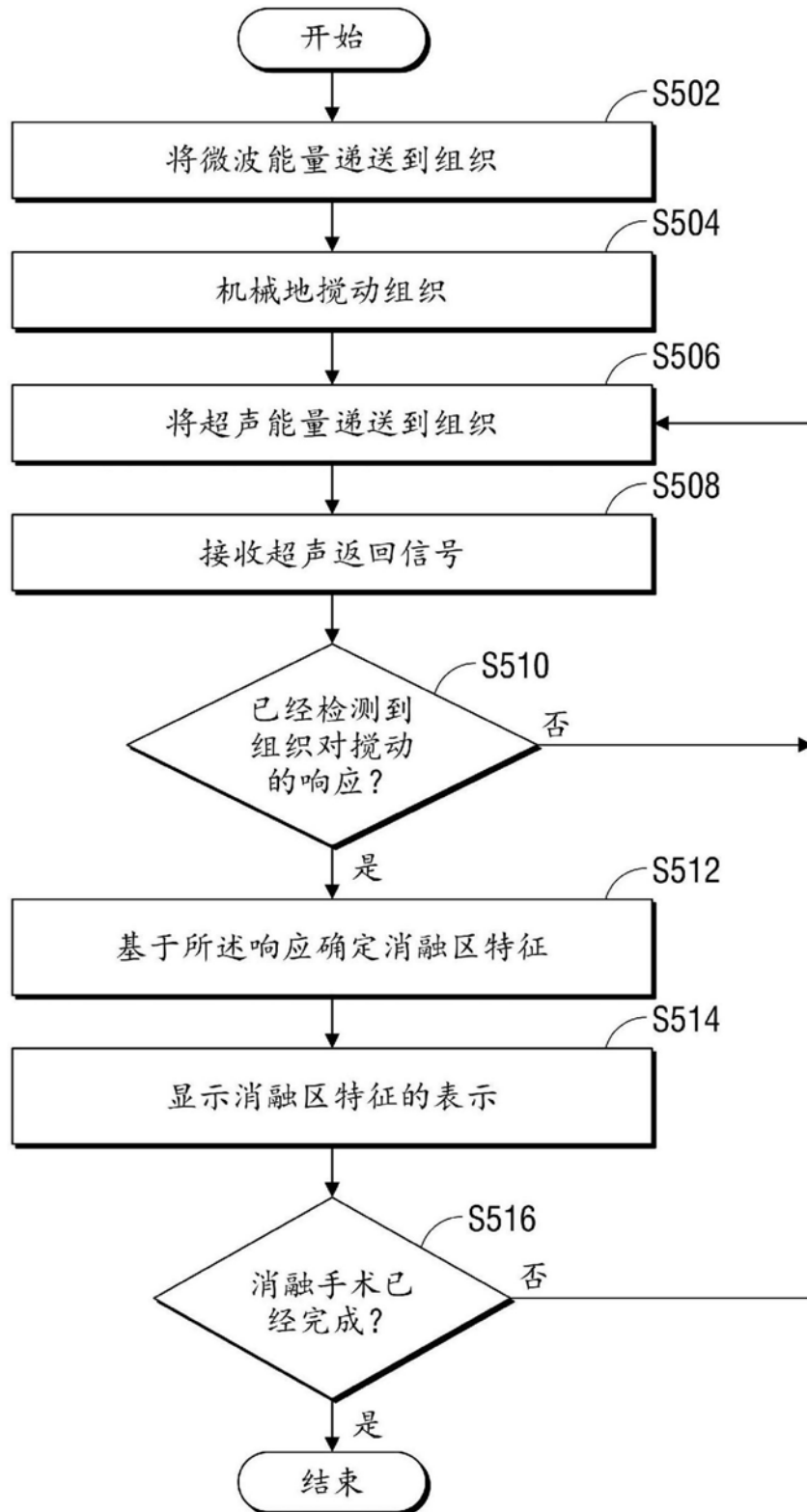


图5

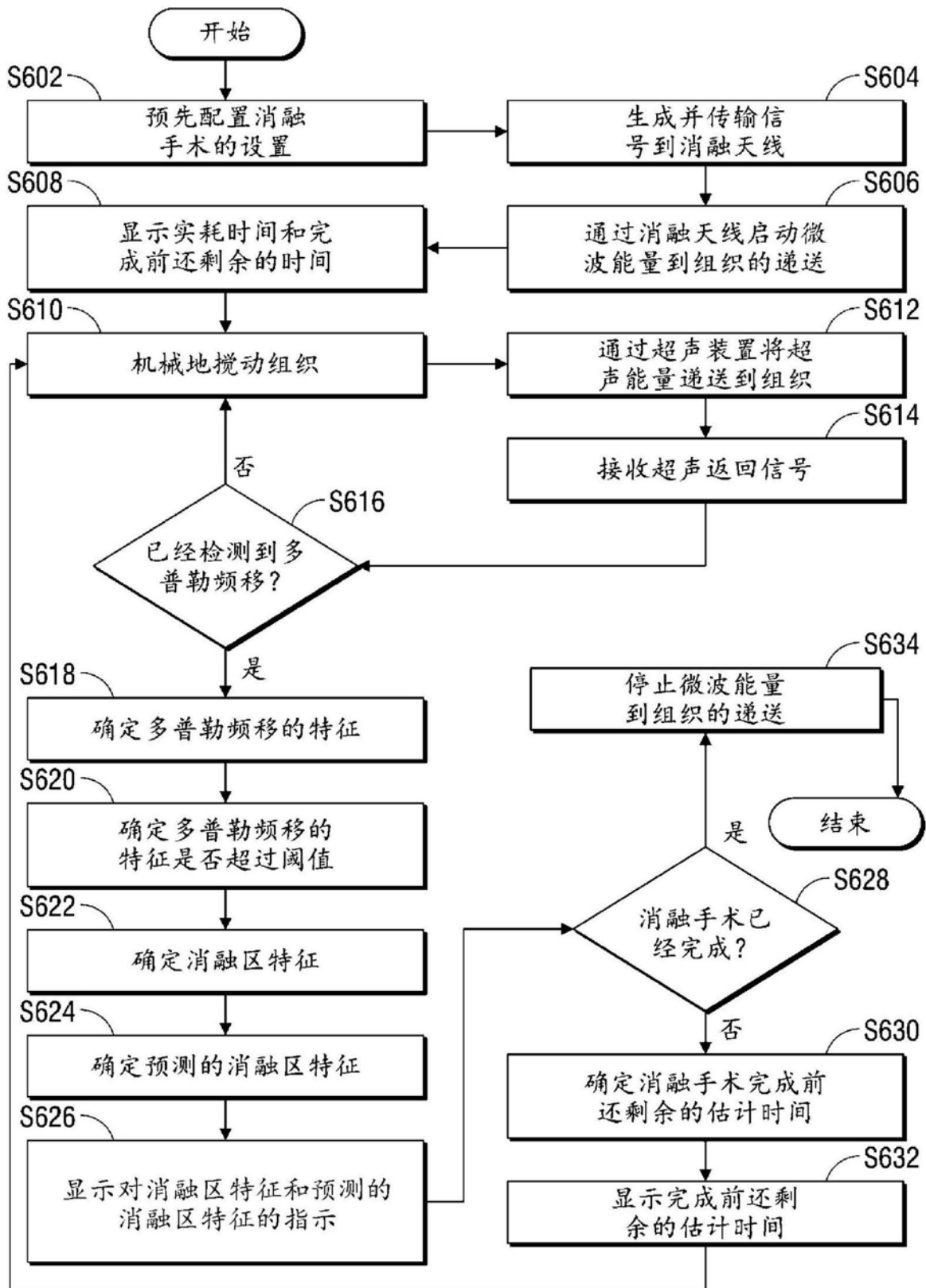


图6

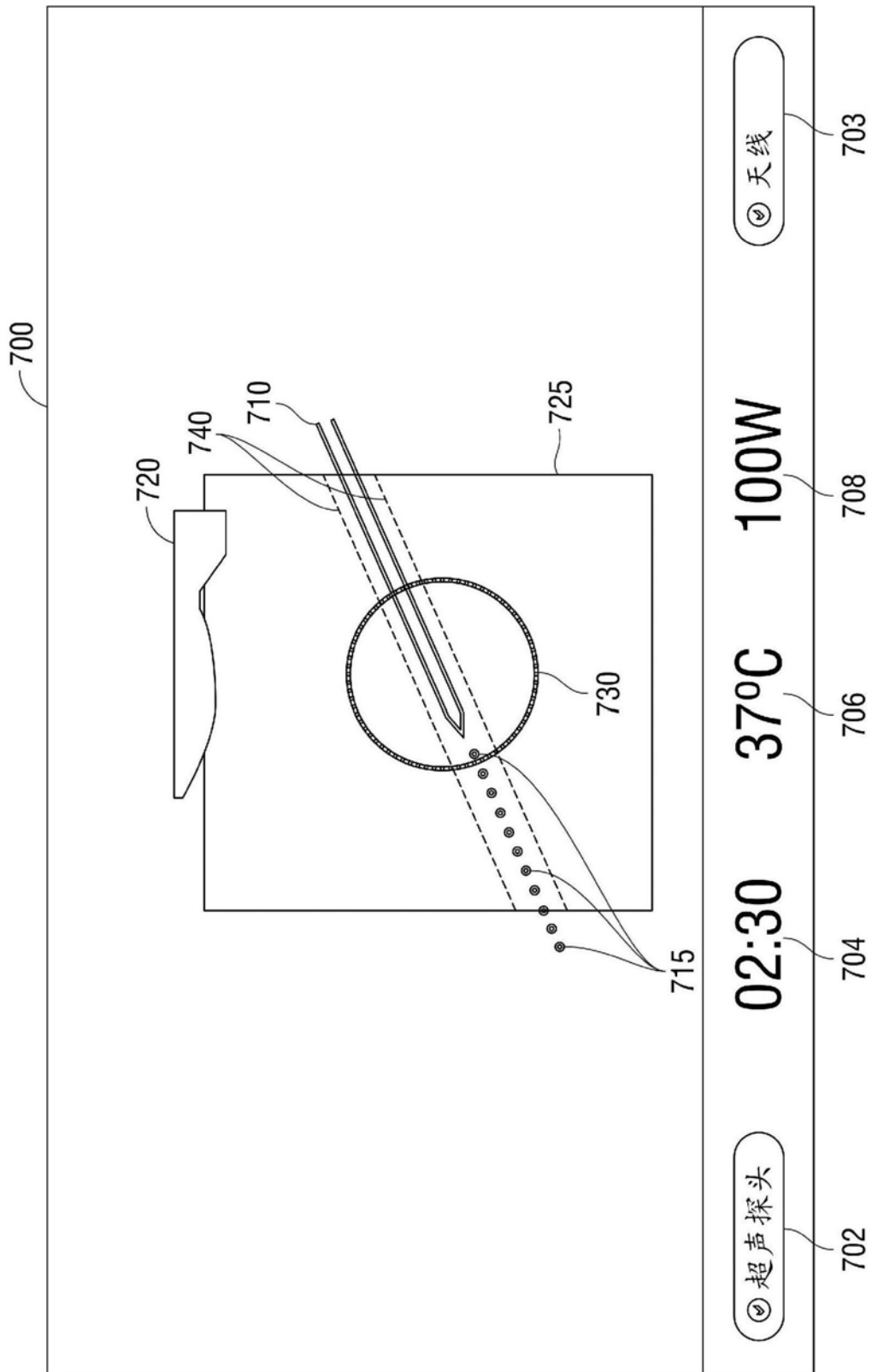


图7

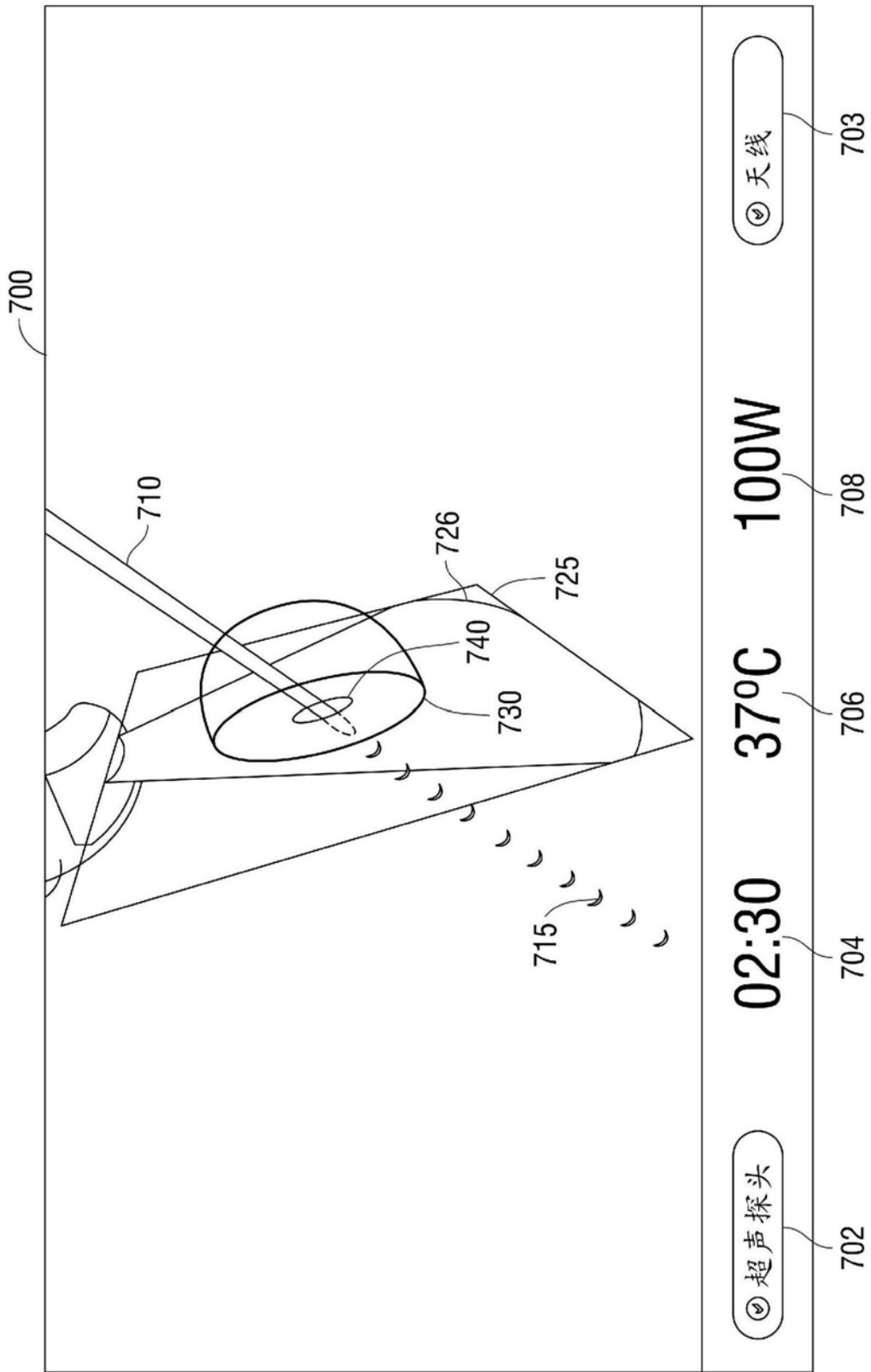


图8

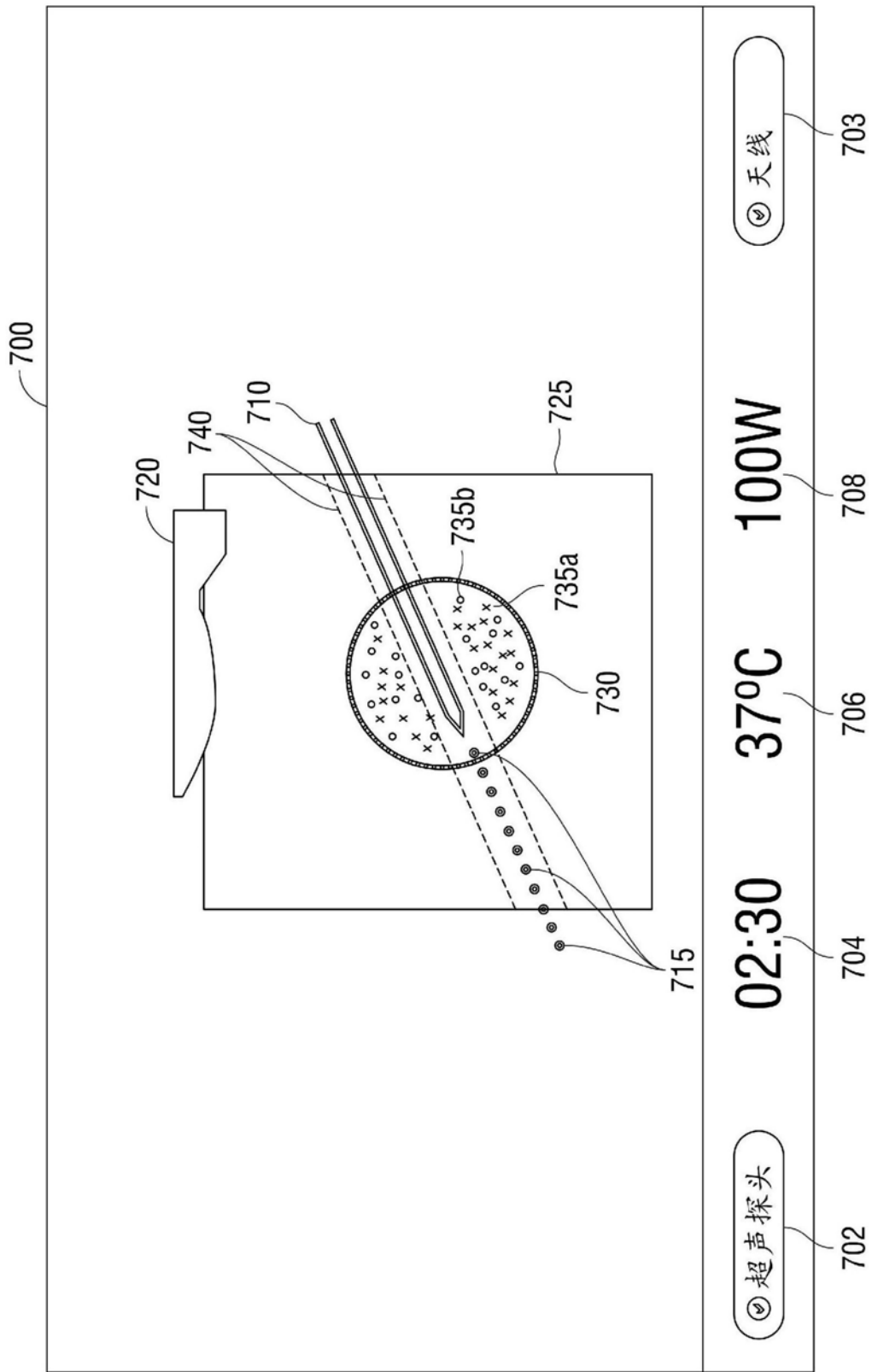


图9

专利名称(译)	用于消融预测和监测的超声多普勒和弹性成像		
公开(公告)号	CN108451549A	公开(公告)日	2018-08-28
申请号	CN201810153994.9	申请日	2018-02-22
[标]申请(专利权)人(译)	柯惠有限合伙公司		
申请(专利权)人(译)	柯惠有限合伙公司		
当前申请(专利权)人(译)	柯惠有限合伙公司		
[标]发明人	JD布兰南		
发明人	J·D·布兰南		
IPC分类号	A61B8/12		
CPC分类号	A61B8/12 A61B8/485 A61B8/488 A61B8/5207 A61B8/08 A61B8/0841 A61B8/085 A61B8/4254 A61B8/4477 A61B18/1815 A61B2017/00128 A61B2018/00023 A61B2018/00577 A61B2018/00642 A61B2018/00648 A61B2018/00678 A61B2018/00738 A61B2018/00845 A61B2018/0088 A61B2018/00904 A61B2018/00994 A61B2034/2063 A61B2090/062 A61B2090/378 A61B18/04		
代理人(译)	罗闻		
优先权	62/462129 2017-02-22 US 15/897803 2018-02-15 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明题为“用于消融预测和监测的超声多普勒和弹性成像”。本发明公开了一种用于消融区检测的方法，该方法包括通过消融装置将微波能量递送到治疗位置处的组织，通过超声装置将超声能量递送到该组织，通过超声装置从该组织的多个相应部分接收基于所递送的超声能量的多个超声返回信号，在该多个超声返回信号中检测基于递送到该组织的微波能量的多个相应的多普勒频移，基于该多个多普勒频移确定消融区特征，以及通过图形用户界面来显示表示该组织的至少一部分的图像和该消融区特征的代表。

