



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104822326 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201380056853. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 08. 12

A61B 8/06(2006. 01)

(30) 优先权数据

A61B 19/00(2006. 01)

61/696, 156 2012. 09. 01 US

A61B 18/00(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 04. 29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2013/056585 2013. 08. 12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/033577 EN 2014. 03. 06

(71) 申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 J·R·杰戈 G·C·H·吴

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王英 刘炳胜

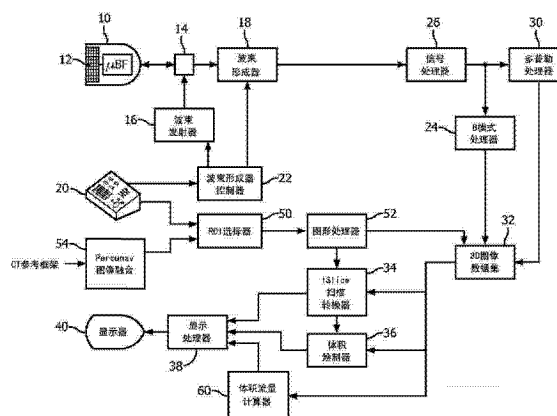
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

用于消融治疗的超声体积流量测量

(57) 摘要

一种用于使用超声信息来进行消融处置的方法,所述方法通过在医学诊断图像中识别要被处置的病理结构以及邻近所述处置位点的一个或多个血管而开始。所识别出的 ROI 以及所述血管在超声图像中被自动指示。超声多普勒速度数据是从所述血管内的流采集的,并且所述多普勒数据被用于计算通过所述血管的体积血液流量。在消融处置的规划或实行中考虑由这一血液流量传输的热的热效应,如通过修改在所述消融探头的尖端的灼烧区图形的尺寸。



1. 一种用于使用超声信息来对病理结构进行消融处置的方法,包括:

采集要通过消融进行处置的病理结构以及邻近所述病理结构的一个或多个血管的处置规划图像;

在超声图像中识别要通过消融而被处置的病理结构;

通过将表面形状放置于所述超声图像中的感兴趣区域处,来识别紧密邻近所述病理结构的一个或多个血管;

通过在所述一个或多个血管的流与所述表面形状的交叉处采集超声多普勒数据,来从所识别出的血管的血流采集三维超声多普勒数据;

使用所述超声多普勒数据来计算流动通过所识别出的血管的血液的量;并且

形成消融处置规划,所述消融处置规划考虑流动通过所识别出的血管的所述血液的量的热传输特性;

其中,对所述表面形状的放置是使用通过配准所述超声图像与所述处置规划图像而获得的所述血管的位置的知识来自动地执行的。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,采集三维超声多普勒数据还包括从所识别出的血管的所述血流来采集三维超声多普勒速度数据。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中,计算流动通过所识别出的血管的所述血液的量还包括描绘通过血管的所述血流的表面,并且对在所述表面的面积上的流速数据进行积分。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,识别一个或多个血管还包括在三维超声图像中识别一个或多个血管。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,识别一个或多个血管还包括在二维双平面超声图像中识别一个或多个血管。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,采集处置规划图像还包括采集病理结构以及邻近于所述病理结构的一个或多个血管的结构的CT图像;

其中,自动地放置所述表面形状还包括自动地将超声参考图像与所述CT图像配准。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,放置表面形状还包括将一个或多个血管与三维形状交叉。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中,放置表面形状还包括将一个或多个血管与二维形状交叉。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中,形成消融处置规划还包括形成考虑血管的体积血液流量以及所述血管到所识别出的病理结构的邻近度的消融处置规划。

10. 一种用于使用超声信息来对病理结构进行消融处置的方法,包括:

在超声图像中识别要通过消融进行处置的病理结构;

识别紧密邻近所述病理结构的一个或多个血管;

从所识别出的血管的血流采集三维超声多普勒数据;

使用所述超声多普勒数据来计算流动通过所识别出的血管的血液的量;并且

使用流动通过所识别出的血管的所述血液的量的热传输特性,来修改处置区域的图形显示。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,使用所述热传输特性还包括使用流动通过所

识别出的血管的所述血液的量的所述热传输特性,来关于消融设备修改所述处置区域的图形显示。

12. 根据权利要求 11 所述的方法,还包括在处置流程期间追踪消融设备,

其中,关于消融设备修改所述处置区域的图形显示还包括当消融设备被追踪并被成像时,显示所述消融设备周围的所述处置区域的图形显示。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,修改图形显示还包括关于热传输特性修改处置区域的尺寸的图形显示。

14. 根据权利要求 10 所述的方法,还包括在非超声诊断图像中识别要通过消融进行处置的病理结构;并且

自动地将所述非超声诊断图像与超声图像配准。

15. 根据权利要求 10 所述的方法,其中,所述消融处置还包括 r. f. 消融、微波消融、HIFU 消融或低温消融治疗。

用于消融治疗的超声体积流量测量

技术领域

[0001] 本发明涉及医学诊断超声系统,并且尤其涉及为消融治疗提供血液体积流量的测量的诊断超声系统。

背景技术

[0002] 对于许多病变(尤其是癌症)的并且在身体的许多部分中的处置而言,作为外科手术的替代,对局部微创治疗的使用发展迅速。这些微创处置的优点包括较少的副作用、较快的恢复,以及在一些情况下,可能处置更为重度的疾病。这些微创治疗中最重要的一种是组织消融,其中,通过应用局部组织加热、冷却或其他措施来破坏患病的组织。最常用的消融方法的一些范例是 r. f 消融、微波消融、HIFU(高强度聚焦超声)及低温消融。

[0003] 成功的组织消融的关键步骤之一是在实施流程之前确定消融探头在病变内的并且在处置期间内的合适放置。每个消融探头都具有处置区域,在处置区域周围的温度被改变到足以令细胞死亡。该区域通常被称为“灼烧区”。利用灼烧区完全覆盖癌性病变确保没有能够导致癌症复发的残留细胞。这一处置规划涉及评估目标病变的尺寸和形状(通常是利用 CT 图像),以及使用与消融设备的可用强度水平有关的已知信息,基于选择的处置时间和/或要处置整个病变需要的单独消融的数目来计算预测的处置体积。针对与给定消融方法相关联的消融区域、针尺寸、处置强度和时间等的规范是由消融设备的制造商提供的,并且通常是基于由其各自的制造商在不存在活动循环血管的受控的静态环境中执行的那些设备的特性的。

[0004] 处置规划的一个挑战是在其中目标病变接近一个或多个血管的情形中,这例如能够在肝脏消融中频繁发生。在规划处置流程时通常识别附近血管的位置,使得它们在实行对病变的处置中不受损。要避免损伤向健康器官和组织供血的血管或使向健康器官和组织供血的血管失效。迄今尚未完全解决的一个问题在于,流过附近血管的血液能够具有在组织上的显著的冷却或加温效应(即,作为将热处置能量从处置位点传递走的散热),这导致实际处置体积不同于设备制造商指定的及在处置规划中使用的体积,并且这最终能够导致对病变的不完全消融以及疾病复发的风险。例如,Patterson 等人(1998)以实验方式在猪肝中体内示范了血管的存在能使 r. f. 消融处置体积的直径变化高达 200%。在尝试补偿血管的冷却效应时,一些成像公司提供了允许在(例如来自对比 CT 图像的)图像数据中识别较大血管,并且然后能够调节处置规划的处置规划应用。然而,由于对比 CT 图像仅示出血管定位于何处并且未示出有多少血液流过其,所以不可能准确预测冷却效应,并且因此处置规划可能仍是不正确的。

[0005] 癌性和其他良性病变由于其在体内的急速生长而尤其危险,快速蔓延其疾病状况并且造成不利影响并且侵入健康器官和组织。为了给这一急速生长供以养分,这些病变形成其自身的脉管,所述脉管将身体的有营养的血液流转移到这些病变。进入和离开癌性区域的血液的流量也能够是减少消融能量递送的热效应的贡献者。

[0006] 为了预测附近血管中的血液流量如何影响消融区域,人们必须创建表征这一效应

的模型。可以以实验方式来形成这一模型,例如或者使用体内或体外的动物模型,或者所述模型可以是根据理论原理形成的。例如,已形成了对生物传热模型的修改,所述修改并入了血管和流量,但是对这些的解决方案通常需要有限元方法。现有方法的问题在于,为了使这些模型适度准确,需要知道流过血管的血液体积量(例如, ml/min),而这一信息是目前不容易使用任何无创技术获得的。因此,期望能够无创地测量血液流量体积,并且量化区域血液流量的热效应并且在规划消融流程时考虑这一信息。

发明内容

[0007] 根据本发明的原理,在消融流程之前实行诊断成像,以识别紧密邻近要利用消融治疗进行处置的病变的血管。诊断成像模态能够是 CT、MR、超声或能够将血管可视化的任何其他模态。然后在流程的时间使用诊断超声系统,以从所识别出的血管获得 3D 超声多普勒数据。根据多普勒数据计算流动流过所识别出的血管的血液的量,例如通过在血管管腔的面积上对流速进行积分。因此,测量的血流的量用于形成或修改消融处置规划,所述消融处置规划考虑了这一血液流量的热效应。例如,血液流量信息能够用于针对人工规划修改预测的射频消融处置体积,或者被包括作为对自动处置规划算法的输入,所述自动处置规划算法寻求使处置效力最大化。

[0008] 根据本发明的另一实施方式,所述超声换能器具有追踪能力,例如使用如由飞利浦 Percunav® 系统提供的电磁 (EM) 追踪。将超声系统的参考框架与用于识别感兴趣区域的成像模态的对应的图像对准(例如,通过平面匹配或由 Percunav® 系统的图像融合能力提供的自动方法),并且由于换能器位置也是已知的,感兴趣多普勒区域被自动地放置于感兴趣血管上,因此改进了准确性、性能且易于使用。

附图说明

[0009] 在附图中:

[0010] 图 1 图示了被构建为根据本发明的原理操作的超声诊断成像系统。

[0011] 图 2 图示了使用图 1 中示出的超声探头对要被消融的病变及其脉管的超声成像。

[0012] 图 3 是图 2 的病变及其脉管的放大视图。

[0013] 图 4a 和图 4b 图示了对病变及其供应脉管的体积区域的分割,以根据本发明的原理进行血液体积流量测量。

[0014] 图 5a 和图 5b 图示了根据本发明的原理对邻近要通过消融被处置的病变的血管的血液体积流量的测量。

具体实施方式

[0015] 首先参考图 1,以方框图的形式示出了根据本发明的原理构建的超声诊断成像系统。能够进行三维成像的超声探头 10 包括二维阵列换能器 12,其在体积区域上发射电子操纵的并且聚焦的波束,并响应于每个发射波束接收单个或多个接收波束。相邻的换能器元件的组(被称作“面片”或“子阵列”)由探头 12 中的微束形成器(μ BF)整体地操作,所述微束形成器对接收到的回波信号执行部分波束形成,并且从而减少探头与主系统之间的线缆中的导体的数目。在美国专利 6419633(Robinson 等人)和美国专利 6368281(Solomon

等人)中描述了合适的二维阵列。在美国专利 5997479(Savord 等人)和 6013032(Savord)中描述了微束形成器。阵列的发射波束特性由波束发射器 16 控制,所述波束发射器 16 引起阵列的变迹孔径元件沿期望方向发射通过身体的体积区域的期望宽度的聚焦波束。借助于发射/接收开关 14 将发射脉冲从波束发射器 16 耦合到阵列的元件。由阵列元件和微束形成器响应于发射波束所接收的回波信号被耦合到系统波束形成器 18,在系统波束形成器 18 处,响应于发射波束而处理来自微束形成器的部分波束形成的回波信号,以形成经完全波束形成的单个或多个接收波束。在上述 Savord' 032 专利中描述了用于此目的的合适的波束形成器。

[0016] 由波束形成器 18 形成的接收波束被耦合到信号处理器 26,所述信号处理器 26 执行诸如滤波和正交解调的功能。经处理的接收波束的回波信号被耦合到多普勒处理器 30 和 B 模式处理器 24。多普勒处理器 30 将回波信息处理成空间分辨的多普勒功率或速度信息。对于 B 模式成像,对接收波束回波进行包络检测,并由 B 模式处理器 24 将信号对数地压缩到合适的动态范围。以 3D 图像数据集 32 的形式对来自体积区域的回波信号进行缓冲。可以以若干种方式处理 3D 图像数据以进行显示。一种方式是产生体积的一个或多个 2D 平面。这在美国专利 6443896(Detmer)中进行了描述。通过对空间离散的图像平面中的 3D 图像数据集的数据进行寻址(被称作多平面重新格式化)来形成这样的平面图像。也可以由体积绘制器 36 绘制三维图像数据,以形成透视或运动视差 3D 显示。第三种方式是产生“iSlice”图像,其是由 iSlice 扫描转换器 34 根据 3D 体积的重复扫描平面的图像数据形成的。通过仅扫描体积中的一个或若干个图像平面,能够快速完成扫描,足以产生一个或多个实况 2D iSlice 图像。在已知为双平面成像的成像中执行对 iSlice 成像的有效使用,在所述双平面成像中,两幅或更多幅 iSlice 图像被同时显示并且能够相对于彼此空间地被操控,如在美国专利 6709394(Frisa 等人)中所描述的。一种优选的双平面模式是旋转模式,其中,一幅 iSlice 图像具有关于探头 10 的固定取向,并且第二幅 iSlice 图像在共同中心扫描线处与第一幅 iSlice 图像交叉,并且能够围绕该扫描线旋转。第一幅图像为用户提供空间参照,并且第二幅图像能够被旋转到体积中的视图交叉平面。双平面成像在对如下面所描述的本发明的实践中是有用的。得到的 2D 或 3D 图像被耦合到显示处理器 38,所述 2D 或 3D 图像可以是如在美国专利 5720291(Schwartz)中所描述的 B 模式的、多普勒的或两者的,从所述显示处理器 38 所述 2D 或 3D 图像被显示在图像显示器 40 上。根据本发明,体积流量计算器 60 被耦合为从 3D 图像数据集 32 接收选定的多普勒流量数据。体积流量计算器以 ml/秒为单位计算血液的体积流量,优选地通过对与血管交叉的表面的流量数据进行积分,如在美国专利 6780155(Li 等人)或美国专利 6663568(Gil)中描述的。体积流量计算被耦合到显示处理器 38 以在显示器 40 上进行显示。通过用户接口或控制面板 20 来提供对波束形成器控制器 22 的用户控制和超声系统的其他功能。

[0017] 图 2 示出了对身体的区域(例如肝脏)的 iSlice 图像平面 84 进行成像的超声探头 10。在这一范例中,探头 10 通过线缆和应变消除 37 连接到超声系统。iSlice 图像显示要通过消融被处置的病理结构,在这一情况下为肝脏中的病变 70,例如 HCC 病变。病变 70 被视为从周围的脉管 72 的网络被供给血液。图 3 是病变 70 及其脉管的放大视图,在这一视图中揭示了附近大血管 80 的存在。在这一范例中,血管 80 被视为针对脉管 72 的血管中的一些的血液供应的源,但是在给定患者中并不总是这样;大血管 80 可以简单地穿过病变

70 附近的组织。血管 80 被视为在距病变距离“d”的点处具有其到病变 70 的最接近邻近度。

[0018] 图 4a 和图 4b 图示了本发明的一个实施方式,其中,朝向病变 70 和来自病变 70 的血液流量的热传递效应被确定。在为病变提供营养的脉管包括许多轮廓分明的主血管(如图 3 中由血管 72 图示的)情况下,能够识别并计算这些血管的体积流量。图 4a 图示了病变及其脉管的超声图像,用户已在其周围放置了封闭形状 74。在这一范例中,形状 74 是椭圆形,其被视为与供血血管 72 的主血管交叉。用户能够使用控制面板 20 来从 ROI(感兴趣区域)选择器 50 选择期望的尺寸和形状的形状。通过控制面板在屏幕上操控形状,直到所述形状被恰当地放置为与主血管交叉为止,如图 4a 中所示。在这一范例中的形状 74 在二维中是椭圆形并且在三维中是椭球形。双平面成像模式非常适于操控病变 70 周围的形状 70,因为用户能够在如图 4a 中示出的一个平面中查看形状 74 的初始放置,然后当其他双平面图像关于第一幅图像的中心旋转而查看形状,观察到形状完全包围病变并与其供应血管交叉。尽管本范例示出椭圆形或椭球形形状,但也能够使用其他形状,例如圆形、球形、正方形或矩形框,或者正立方体或矩形立方体形状。

[0019] 备选地,当超声图像已经与流程前规划模态的参考框架对准了(例如,通过多模态图像配准)时,由系统将标示 ROI 的形状或图形自动放置在超声图像中。在规划消融流程中的标准实践是首先通过 CT 或 MR 成像对病理结构进行成像。然后分析在这一模态中的图像以通过血管分割算法识别病变及其馈送或邻近血管。执行这一分析的一种系统是 Extended Brilliance CT 工作站,其可以从马萨诸塞州安多弗的飞利浦医疗保健获得。这一工作站具有 CT 血管分割算法,所述算法在 CT 图像上自动标记要被量化的血管,所述 CT 图像然后成为针对流程的 CT 参考图像帧。此后当利用 3D 超声扫描所述患者时,多模态图像配准系统(例如,具有 Percunav® 图像融合选项 54 的超声系统)能够将 CT 参考图像与来自超声 3D 数据集的自动匹配超声图像进行配准。一旦对准了,在 CT 图像上标记的血管的描绘被转化为超声图像,从而在超声图像中自动识别要通过超声来量化的 ROI 和/或血管。

[0020] 如图 4b 中图示的,封闭形状 74 的表面与穿过其的血管交叉。由形状 74 描绘血管的横截面表面 76。如在美国专利 5474073(Schwartz 等人)中解释的,血管的多普勒流量在与其周围 B 模式组织图像分开呈现时,分割血管中的血流。能够通过对与周围表面 74 交叉的流量表面 76 的多普勒流量值进行积分,来计算每个血管 72 的体积流量。通过多普勒信号的相对极性对血流的方向进行积分,来识别进入病变 70 中的新鲜(未被消融的)血液的流量以及离开病变的经热处理的血液的流量。通过对不同的流量体积进行加和,能够计算去往及来自病变的总体积流量,并估计在热传递上的净效应。然后,这一热传递的效应能够用于规划消融处置。

[0021] 在一些情况下,可能期望额外地考虑大的邻近血管 80 中的血液流量的热传递效应。在其他情况下,大的邻近血管可以被视为热传递中的主要因素,并且在消融处置规划中仅计算并考虑大血管中的体积流量。如图 5a 中图示的,针对如图 3 的血管 80 的大血管,用于描绘血管的流量的表面形状 74 能够是单个平面。形状 74 被定位为以正交或其他角度与血管 80 的流 82 交叉,如在 Li 等人和 Gill 的专利中解释的。如图 5b 中图示的,这一交叉将有效地将血管 80 的多普勒流 82 投影到形状 74 的平面上。在这一范例中,任选的模板 94

已被放置在流区 82 和血管 80 的管腔的内皮壁 86 周围。在流区上对流表面 82 的多普勒数据值的血流速度进行积分,以 (以 ml/min 为单位) 计算通过血管 80 的体积流率。血管 80 的体积流量被示出在显示器 40 的屏幕上,其中,体积流量能够被访问并且与血管到处置位点的邻近度 (图 3 中的距离“d”) 和中介组织的热传输性质结合使用,以规划对病变 70 的消融治疗。

[0022] 典型的消融规划过程可以如下进行。可以针对肝脏 r. f. 消融流程进行规划,其中,HCC 病变先前已经在对比 CT 扫描上被识别。临床医师首先能够审查这一 CT 研究,以形成初步处置规划 (例如,决定消融针尖端位置以及标称 r. f. 强度及持续时间)。临床医师也可以运行 CT 分割算法,诸如在 CT 图像分析工作站上商业上可获得的 CT 分割算法,所述分割算法将肝脏内的血管突出显示。在识别了接近目标病变的大血管后,临床医师然后将理解这一血管能够对处置规划具有显著影响。在流程的开始处,临床医师利用超声系统开始扫描,超声系统的坐标已被配准到 CT 坐标系。存在用于配准医学诊断图像的各种方法,包括基于外部基准的方法和基于手动组织标记的方法。在来自马萨诸塞州安多弗的飞利浦医疗保健的 iU22 超声系统上可用的 **Percunav®** 图像融合选项 54 能够自动配准 CT 与超声图像。通过查看叠加在包括来自与 CT 数据血管分割的 CT 图像上的超声图像,临床医师将能够容易地靶向通过接近目标病变的血管的 3D 多普勒超声体积采集。基于处置规划,如先前所描述的,对在对准的图像中的 3D 多普勒超声体积的识别也可以是自动的。然后算法能够计算流过这一血管的血液体积,并且然后这一信息能够用于修改处置规划,并因此调节针放置、r. f. 强度和 / 或持续时间。先前采集的 MR 或 3D 超声体积或 3D 对比超声体积可以用作对处置规划的参考图像输入,并且用于识别目标病变附近的血管。

[0023] 也可以采取其他方法。例如,将处置划分成多个处置阶段可以是有益的,因为血液流量可以响应于处置而自己改变。考虑去往病变的供应血管和附近大血管二者的热传递效应,临床医师能执行所规划的处置的初始阶段。处置的初始阶段可以削弱病变,使得供应血管的血液流量很大地被消除。然后重新测量附近大血管的血液流量,并重新评估所述大血管的热传输效应,以重新计算要完成消融过程所需的剩余处置。

[0024] 也可以采用本发明的其他变型。例如,如在美国专利 6491436 (Chenal 等人) 中描述的,超声自动边缘检测可以用于识别并描绘血管管腔的尺寸。然后根据其尺寸和多普勒流量数据计算所追踪的血管管腔的体积流量。在本发明的特定的具体实施方式中,按照系统设计者的选择显示或不显示流量描绘形状和表面。

[0025] 即使在不使用流程前处置规划的情况下,本发明的系统能够用在的流程中。例如,利用实况超声来识别病变和病变附近的血管。消融探头被引入身体里并被引导到病变中。通过追踪探头的位置, **Percunav®** EM 追踪系统提供将处置区域 (或灼烧区) 显示为在消融探头的尖端周围的图形覆盖的能力。消融设备制造商的指定的灼烧区用作对灼烧区的初始定义,提供在探头尖端周围的灼烧区图形的起始形状和尺寸。一旦根据本发明通过多普勒超声测量到了来自附近血管的流量数据,那么流量的热效应用于调节探头周围的灼烧区覆盖。例如,所述系统可以初始地示出在探头尖端周围相对大的灼烧区,然后一旦附近血液流量的热效应被加权,那么修改所述灼烧区以示出较小的灼烧区。用户然后能够调节处置时间或其他流程参数,以完全消融目标病变。

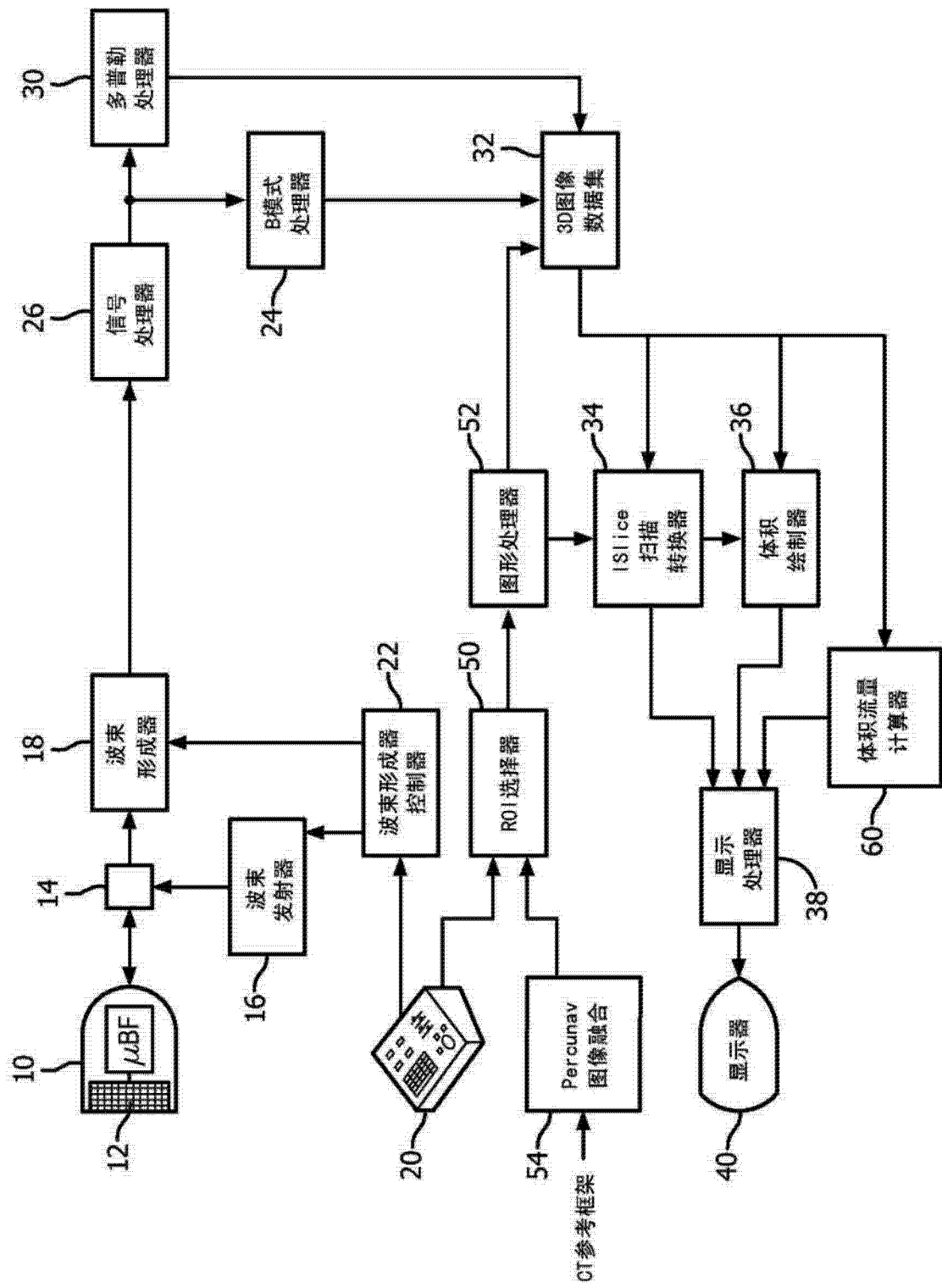


图 1

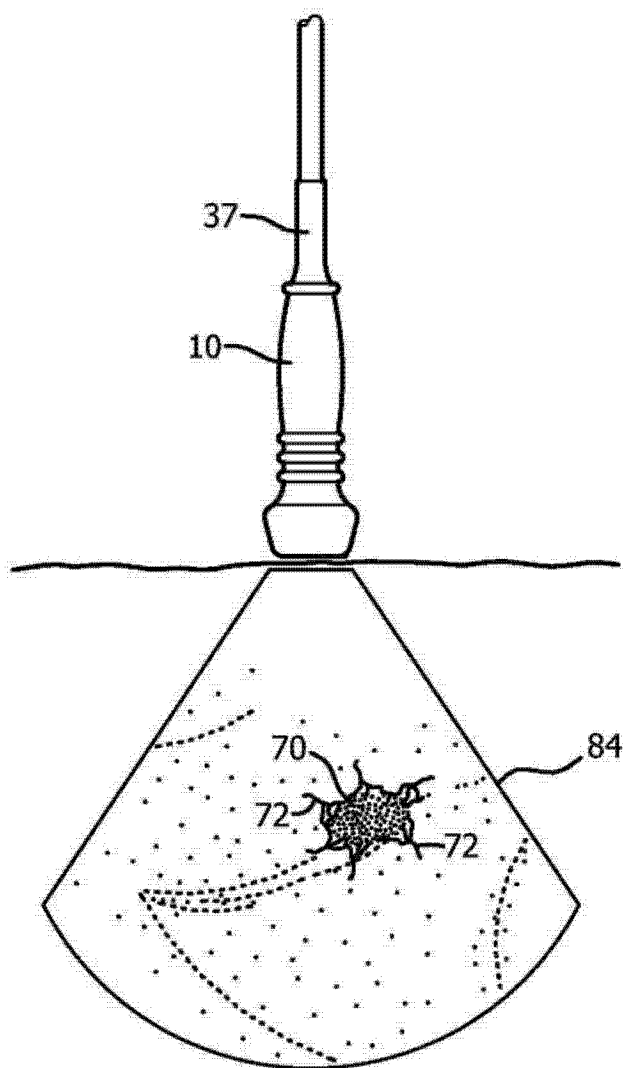


图 2

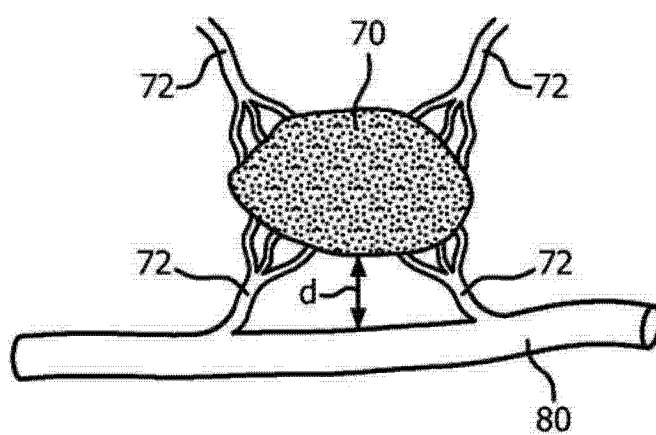


图 3

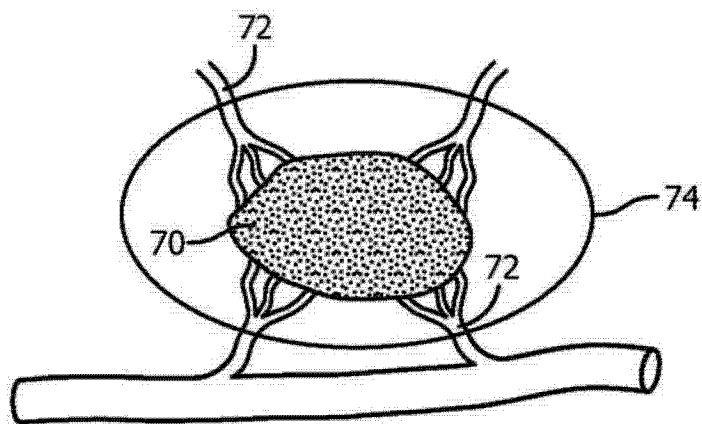


图 4a

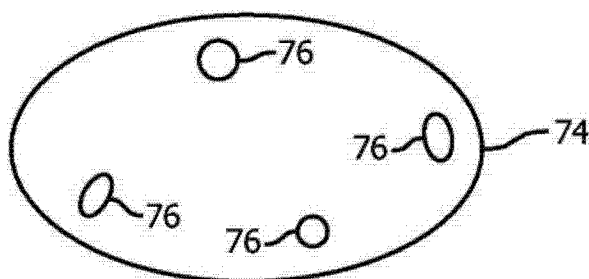


图 4b

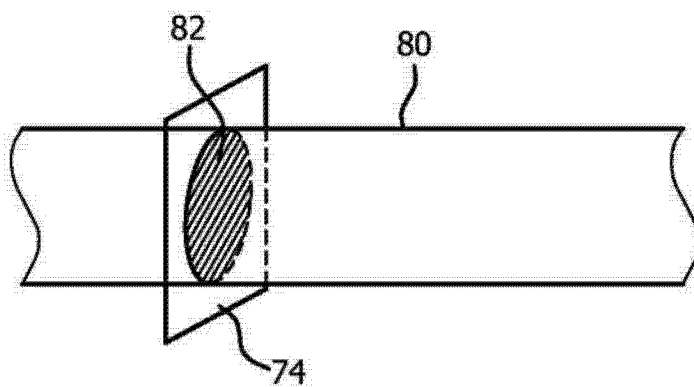


图 5a

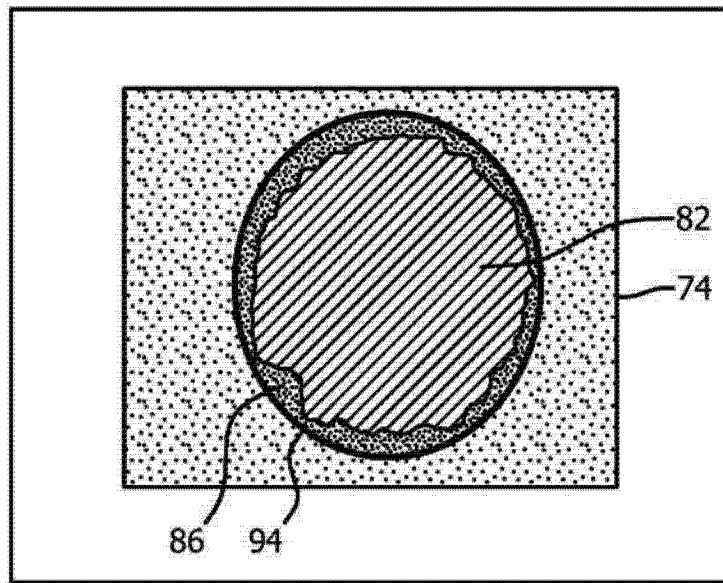


图 5b

专利名称(译)	用于消融治疗的超声体积流量测量		
公开(公告)号	CN104822326A	公开(公告)日	2015-08-05
申请号	CN201380056853.0	申请日	2013-08-12
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
[标]发明人	JR杰戈 GC H吴		
发明人	J·R·杰戈 G·C·H·吴		
IPC分类号	A61B8/06 A61B19/00 A61B18/00		
CPC分类号	A61B8/06 A61B2019/5289 A61B2018/00577 A61B8/5261 A61B2019/505 A61B8/14 A61B8/488 A61B8/0891 A61B8/483 A61B2018/00529 A61B8/469 A61B18/00 A61B2034/105 A61B2090/364		
代理人(译)	王英 刘炳胜		
优先权	61/696156 2012-09-01 US		
其他公开文献	CN104822326B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种用于使用超声信息来进行消融处置的方法，所述方法通过在医学诊断图像中识别要被处置的病理结构以及邻近所述处置位点的一个或多个血管而开始。所识别出的ROI以及所述血管在超声图像中被自动指示。超声多普勒速度数据是从所述血管内的流采集的，并且所述多普勒数据被用于计算通过所述血管的体积血液流量。在消融处置的规划或实行中考虑由这一血液流量传输的热的热效应，如通过修改在所述消融探头的尖端的灼烧区图形的尺寸。

