



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101902971 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 13

(21) 申请号 200880122294. 8

A61B 8/06 (2006. 01)

(22) 申请日 2008. 12. 17

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

61/015, 947 2007. 12. 21 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 06. 21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2008/055391 2008. 12. 17

(87) PCT申请的公布数据

W02009/081339 EN 2009. 07. 02

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 A·阿南德 J·彼得鲁齐洛

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 李光颖 王英

(51) Int. Cl.

A61B 8/08 (2006. 01)

A61N 7/02 (2006. 01)

US 6488626 B1, 2002. 12. 03, 附图 1,

2A, 2B、说明书第 2 栏第 59-62, 66 行, 第 3 栏第 15-29, 35-38, 44-55, 59-67 行, 第 4 栏第 1, 43-46 行, 第 5 栏第 49-63 行, 第 5 栏第 64 行至第 6 栏第 8 行.

US 6488626 B1, 2002. 12. 03, 附图 1,

2A, 2B、说明书第 2 栏第 59-62, 66 行, 第 3 栏第 15-29, 35-38, 44-55, 59-67 行, 第 4 栏第 1, 43-46 行, 第 5 栏第 49-63 行, 第 5 栏第 64 行至第 6 栏第 8 行.

US 5993389 A, 1999. 11. 30, 附图 1、说明书第 6 栏第 65-67 行, 第 7 栏第 23-27 行, 第 9 栏第 19-29 行.

CN 1803224 A, 2006. 07. 19, 全文.

US 2007/0232912 A1, 2007. 10. 04, 全文.

审查员 李玉菲

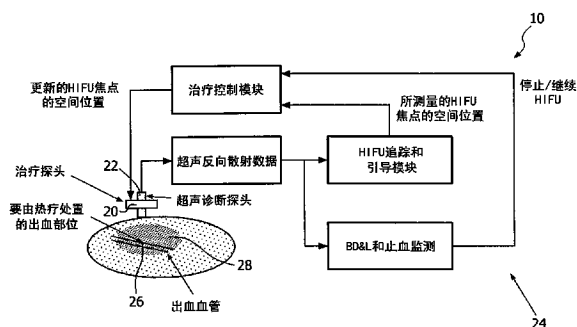
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

用于追踪和引导高强度聚焦超声波束的系统及方法

(57) 摘要

本发明提供用于追踪和引导高强度聚焦超声波束 (HIFU) 的系统和方法。更具体地, 所公开的系统和方法包括利用声辐射力脉冲 (ARFI) 成像来确定具有 HIFU 能力的换能器相对于靶区域的焦点位置。然后可以将该焦点位置与期望的处置位置进行比较, 因此可以调整换能器的方位和焦点以便相对于期望的处置位置重新配置和 / 或重新聚焦 HIFU 波束。可以利用出血检测和定位 (BD&L) 技术动态确定期望的处置位置。因此, 可以利用三维多普勒超声技术来确定期望的处置位置, 其中从多普勒频谱中提取的定量参数 (例如阻抗系数 PI) 的变化被用于检测和定位用于处置的出血部位。



1. 一种便于相对于靶区域施予高强度聚焦超声 (HIFU) 波束的系统,所述系统包括:

- a. 具有 HIFU 能力的换能器;
- b. 诊断成像探头,以及
- c. 与所述换能器和所述探头通信的处理器;

其中,所述诊断成像探头适于获取所述靶区域的第一组成像数据,

其中,所述换能器适于利用低能超声处理相对于所述靶区域引发辐射力,

其中,所述诊断成像探头适于在已经引发所述辐射力之后获取所述靶区域的第二组成像数据,并且

其中,所述处理器适于比较所述第一和第二组成像数据以确定相对于所述靶区域的所述换能器的焦点位置,

其中,调整所述换能器的方位和焦点使得所确定的焦点位置与期望的处置位置相匹配,

其中,动态地确定所述期望的处置位置,并且

其中,连续地确定和调整所述换能器的所述焦点位置以便相对于所述期望的处置位置和/或处置路径动态追踪和引导 HIFU 波束,从而形成动态自校正系统。

2. 如权利要求 1 所述的系统,其中:

所述换能器适于进行止血处置。

3. 如权利要求 1 所述的系统,其中:

使用出血检测和定位 (BD&L) 技术来确定期望的处置位置。

4. 如权利要求 3 所述的系统,其中:

所述出血检测和定位 (BD&L) 技术包括利用多普勒超声分析。

5. 如权利要求 1 所述的系统,其中:

通过检测来自第一和第二追踪脉冲的反向散射来获取所述第一和第二组成像数据。

6. 如权利要求 1 所述的系统,其中:

通过利用互相关和时延估计技术分析所检测的反向散射来确定所述焦点位置。

7. 如权利要求 1 所述的系统,其中:

所述焦点位置被确定为表现出最大位移的靶样本的区域。

8. 如权利要求 1 所述的系统,其中:

所述换能器还适于利用高能超声处理处置所述靶区域。

用于追踪和引导高强度聚焦超声波束的系统及方法

[0001] 背景

[0002] 政府利益声明

[0003] 美国政府持有在此请求的系统及方法的许可权和 / 或其它权益。在此请求的系统和方法的开发获得 DARPA 支持 ; 基金资助号为 DARPA05-01DBAC。

技术领域

[0004] 本发明涉及高强度聚焦超声 (HIFU) 应用。更具体地, 本发明涉及用于追踪和引导 HIFU 波束的系统及方法。虽然示例性实施例主要涉及声波止血, 但是所公开的系统及方法适于任何 HIFU 应用, 其包括但不限于针对子宫纤维化、肿瘤和心律不齐 (诸如心房纤维颤动) 的 HIFU 治疗。

背景技术

[0005] 当今, 由肢体伤口引起的失血是可预防的战场死亡的头号原因。在平民伤亡中, 因内出血引起的失血过多是外伤受害者死亡的最显著原因。止血治疗 (诸如 HIFU 和电灼) 可以被用来快速止住内出血以防止发作渐进且不可逆的出血性休克 (其最终导致死亡)。必须检测到出血的发作和在空间上确定其位置以便有效地处置这些外伤伤口。作为 Philips Research Briarcliff 的 DAPRA DBAC 项目的一部分, 基于 3D 多普勒超声的技术已被开发用于通过追踪从多普勒频谱中提取的定量参数 (诸如阻抗系数 PI) 的变化来自动检测和定位出血部位 (在此称作“出血检测和定位”或“BD&L”)。对于这些急诊类应用, 该设备被设计成不依赖于操作者的, 因此不提供允许用户交互和控制的基于图像的反馈。

[0006] 因此, 对于基于 HIFU 的止血处置的成功而言极其必要是连续追踪治疗是否被投放在正确位置上的能力。由于组织非均匀性和缺少有关局部热和声学特性的定量信息, 在期望的处置空间位置和 HIFU 焦点的实际物理位置之间存在误差。因此, 追踪和引导系统必须主动地将 HIFU 波束重新聚焦在预期位置上, 以便将治疗投放在合适地点, 同时不对周围正常组织造成不希望的伤害。虽然 BD&L 技术可以重复确定出血速度是否变慢或停止, 但是这些技术不提供任何与相对于期望处置位置的治疗的最佳重新定向或重新聚焦相关的定量反馈或空间信息。

[0007] 大量研究人员已经提出利用 B 模式图像来通过追踪超强回波的存在提供成像反馈并在空间上定位 HIFU 波束。然而, 已经证明这种信息并非始终可靠, 这是因为超回波会在组织已被消融之后和在局部组织温度接近沸点时出现很长一段时间。组织的非均质结构会使得沸腾之前 HIFU 聚焦区域的直接 B 模式显象更具有挑战性。参见 B. A. Rabkin, V. Zderic 和 S. Vaezy 的“Hyperecho in ultrasound images of HIFU therapy: involvement of cavitation”, *Ultrasound Med Biol*, 第 31 卷, pp. 947-56, 2005。有效的追踪方法必须能够定位 HIFU 焦点, 同时不对正常组织造成任何伤害。

[0008] 下列美国、外国和 PCT 专利及公开文本提供了有关止血和 / 或 HIFU 系统的现有技术的实例。在所有情形下, 所公开的系统及方法都不能提供足以追踪和引导治疗 HIFU 波束

的适当手段。

[0009] EP0989822 号欧洲专利公开文本描述了一种在患者体内实施远程止血的方法。该方法包括识别内出血部位,以及将来自辐射源的治疗超声能量聚焦透过组织以凝固所述部位附近的血液。图像换能器典型地利用脉冲多普勒彩色血流成像、弹性成像、血管造影术或类似技术来提供具有内出血部位的患者身体的一部分的图像。因此,本专利公开文本描述了一种实现止血的方法和超声波法在识别出血上的使用。具体而言,所提及的欧洲公开文本未描述用于识别 HIFU 焦点位置以确保处置期望位置的方法。

[0010] US2005/215899 号美国专利公开文本描述了一种利用声辐射力脉冲成像识别经消融的组织的方法。所公开的方法包括生成声辐射力脉冲 (ARFI) 图像数据,其中刚度增加的区域代表经消融的组织。ARFI 因此被用来确定经消融的区域的范围和尺寸。然而,该公开文本未提出在开始消融之前检测 HIFU 焦点以确定消融是否将施加在期望的部位上的方法。另外,用于 ARFI 的超声处理不是利用 HIFU 换能器生成的。

[0011] WO2004075987 号 PCT 公开文本描述了一种 HIFU 投放方法,其用于追踪和计算目标患者的身体运动。所公开的方法包括获取患者靶区域的超声图像数据,将当前的图像数据与先前获取的图像数据进行比较。对差异进行分析以在施予 HIFU 处置之前检测和计算患者运动。该专利公开文本未涉及 ARFI 的使用。相反地,该公开文本依赖一系列超声图像来确定和计算运动。另外,所公开的技术不检测 HIFU 波束的焦点。

[0012] US2005/203399 号美国专利公开文本描述了一种用于妇产科治疗的图像引导的 HIFU 设备。使用框架确保设计用于阴道的高强度聚焦超声 (HIFU) 换能器与市场销售的超声图像探头保持对准,以便在 HIFU 治疗过程中将 HIFU 焦点保持在图像平面上。该专利公开文本未提出利用 ARFI 来确定 HIFU 焦点的位置。所提出的机械框架特别适用于妇产科中的换能器几何形状,不能扩展至 HIFU 的其它临床应用。另外,HIFU 焦点位置只能在 2 维平面内得到确定。

[0013] 尽管迄今为止作出的这些努力,还需要用于有效追踪和引导 HIFU 波束的系统及方法。这些和其它需求通过本发明来满足,本发明将从下列描述中变得显而易见。

发明内容

[0014] 本发明提供了便于高强度聚焦超声 (HIFU) 的系统和方法。更具体地,本发明提供了便于在 HIFU 应用中的波束追踪和引导的系统和方法。

[0015] 根据本发明的一个方面,提供了一种便于相对于靶区域施予高强度聚焦超声 (HIFU) 波束的系统,所述系统包括:

[0016] a. 具有 HIFU 能力的换能器;

[0017] b. 诊断成像探头,以及

[0018] c. 与所述换能器和所述探头通信的处理器;

[0019] 其中,所述诊断成像探头适于获取所述靶区域的第一组成像数据,

[0020] 其中,所述换能器适于利用低能超声处理相对于所述靶区域引发辐射力,

[0021] 其中,所述诊断成像探头适于在已经引发所述辐射力之后获取所述靶区域的第二组成像数据,并且

[0022] 其中,所述处理器适于比较所述第一和第二组成像数据以确定相对于所述靶区域

的所述换能器的焦点位置，

[0023] 其中，调整所述换能器的方位和焦点使得所确定的焦点位置与期望的处置位置相匹配，

[0024] 其中，动态地确定所述期望的处置位置，并且

[0025] 其中，连续地确定和调整所述换能器的所述焦点位置以便相对于所述期望的处置位置和 / 或处置路径动态追踪和引导 HIFU 波束，从而形成动态自校正系统。

[0026] 一般而言，当前公开的系统及方法包括利用声辐射力脉冲 (ARFI) 成像来确定具有 HIFU 能力的换能器相对于靶区域的焦点位置。然后可以将该焦点位置与期望的处置位置进行比较，因此可以调整换能器的方位和焦点以便相对于期望的处置位置指引 HIFU 波束。在示例性实施例中，基于超声弹性成像的技术被用于实时估计 HIFU 波束的焦点位置。所估计的焦点位置与期望的处置位置作比较。典型地，处理器用于计算和调整换能器的焦点及方位以便相对于期望的处置位置最佳地指引 HIFU 波束。

[0027] 基于超声弹性的技术，诸如声辐射力脉冲 (ARFI) 成像，可以用于确定焦点位置。例如参见 K. Nightingale, R. Bentley, 和 G. Trahey 的“Observations of tissue response to acoustic radiation force: opportunities for imaging”, Ultrason Imaging, 24 卷, pp. 129-38, 2002 ; K. Nightingale, M. S. Soo, R. Nightingale 和 G. Trahey 的“Acoustic radiation force impulse imaging: in vivo demonstration of clinical feasibility”, Ultrasound Med Biol, 28 卷, pp. 227-35, 2002。在包括 ARFI 成像的示例性实施例中，换能器相对于靶区域引发辐射力，例如利用和 / 或基于低能超声处理。可以通过检测受到辐射力之后的最大组织位移点来确定焦点位置。

[0028] 一般而言，可以在 HIFU 治疗开始之前实施所公开的系统和方法，该系统和方法涉及 HIFU 波束的追踪和引导。因此，所公开的系统和方法有利地便于将 HIFU 波束相对于处置位置聚焦，同时将附带的对周围组织的伤害降至最低。在示例性实施例中，“出血检测和定位” (BD&L) 技术可以被用来检测和定位期望的处置位置。因此，HIFU 波束追踪和波束聚焦步骤可以循环地与 BD&L 和 HIFU 波束施予交错执行以连续地确保将 HIFU 治疗投放到期望的处置位置。

[0029] 所公开的系统和方法具有广泛的应用，并且提供很多优于本发明所讨论的现有技术的优点。所公开的系统和方法的其它特征、功能和好处将从下列描述（特别地，在结合附图进行阅读时）中变得显而易见。

附图说明

[0030] 为帮助本领域技术人员制造和使用所公开的系统及方法，参考附图，在附图中：

[0031] 图 1 是根据本发明用于止血的示例性高强度聚焦超声 (HIFU) 系统的方框图；

[0032] 图 2 是使用图 1 的 HIFU 系统的示例性时序图。

具体实施方式

[0033] 根据本发明提供了便于高强度聚焦超声 (HIFU) 的有利系统和方法。通常，在此公开的系统包括 (i) 具有 HIFU 能力的换能器，(ii) 诊断成像探头，和 (iii) 处理器。所公开的方法典型地包括确定具有 HIFU 能力的换能器的焦点位置以及相关的追踪 / 引导步骤 /

功能。

[0034] 根据本发明,声辐射力脉冲 (ARFI) 成像用于检测具有 HIFU 能力的换能器相对于靶区域的焦点位置。在示例性实施例中,诊断成像探头被用于探测靶区域并在相对于靶区域引起辐射力之前和之后获得成像数据。通常利用具有 HIFU 能力的换能器 (例如利用低能超声处理) 来引起辐射力。辐射力引发靶区域的运动,并且具有最大组织位移的区域代表换能器的焦点位置。因此,在示例性实施例中,利用处理器比较和 / 或分析成像数据以确定相对于靶区域的具有 HIFU 能力的换能器的焦点位置。

[0035] 在检测到具有 HIFU 能力的换能器的焦点位置之后,可以调整换能器的方位和 / 或焦点,以使新的 / 调整后的焦点位置与期望的处置位置基本匹配。在示例性实施例中,连续地检测和调整换能器的焦点位置以便相对于期望的处置位置和 / 或处置路径动态追踪和引导 HIFU 波束。通常,利用 HIFU 波束进行的处置 (例如高能超声处理的施予) 不会在所检测到的焦点位置与期望的处置位置基本匹配之前启动,从而降低了对周围组织造成损害的风险。

[0036] 在示例性实施例中,可以利用 BD&L 技术来动态地确定期望的处置位置。因此,在示例性实施例中,利用基于三维多普勒超声技术确定期望的处置位置,在所述多普勒技术中,从多普勒频谱中提取的定量参数 (诸如阻抗系数 PI) 的变化被用于检测和定位用于处置的出血部位。一般而言,也可以利用其他检测和定位技术来替换 BD&L 技术或与之结合以确定期望的处置区域。

[0037] 现在参见图 1,描绘了一种示例性的用于引发止血的 HIFU 系统 10。该系统包括具有 HIFU 能力的换能器 20、诊断成像探头 22 和处理器 24。相对于靶区域 28 设置换能器 20 和探头 22。靶区域 28 通常可以通过对损伤的粗略初始评估来确定。

[0038] 在相对于靶区域 28 设置换能器 20 和探头 22 之后,可以利用 BD&L 技术检测出血部位的空间位置 (期望的处置位置 26)。一般而言,利用三维多普勒频谱分析来检测期望的处置位置 26。用于产生多普勒效应的超声处置可以通过换能器 20 来提供。由探头 22 获取并且由处理器 24 来分析用于频谱分析的数据。

[0039] 一旦已确定期望的处置位置 26,可以利用超声弹性技术 (诸如 ARFI 成像) 检测换能器 20 的焦点位置。在示例性实施例中,相对于靶区域 28 施加诊断级追踪脉冲,并且获取第一组反向散射数据以用作参考。在获取参考反向散射数据之后,相对于靶区域 28 利用换能器 20 施加低能超声处理。该低能超声处理引发相对于靶区域 28 的辐射力,其导致组织位移。在替换实施例中,探头 22 也可以用于单独或与换能器 20 结合地引发辐射力。在辐射力已导致组织位移之后,可以相对于靶区域 28 施加第二组追踪脉冲,并且获取第二组反向散射数据。处理器 24 用于比较和分析第一和第二组反向散射数据以确定换能器 20 的焦点位置。换能器 20 的焦点位置对应于最大组织位移点。

[0040] 在换能器 20 的焦点位置已经确定之后,处理器 24 调整换能器 20 的方位和 / 或焦点,使得新的焦点位置与期望的处置位置 26 基本匹配。由此将 HIFU 波束的焦点配置成与利用 BD&L 技术确定的出血部位相符。

[0041] 图 2 描绘了使用图 1 的系统 10 的示例性时序。在示例性实施例中,BD&L 和 / 或追踪 / 引导技术可以循环地重复以形成动态自校正系统。因此,HIFU 波束治疗的投放可以周期性地被中断,例如以确保换能器的正确方位和 / 或焦点。BD&L 技术还可以用于追踪出血

速率和确定出血速率是否已变小或停止。在示例性实施例中,未变小的出血速率可能表明 HIFU 波束未正确聚焦或完全无效。因此,如果在一段时间周期内未检测到出血速率变小,则处理器可以停止 HIFU 治疗。如果 HIFU 治疗因出血速率未变小而停止,则可以应用追踪和引导技术来在重新开始处置之前重新确定换能器的方位和 / 或将其重新聚焦。

[0042] 因此,所公开的系统和方法可以有利地用在各种高强度聚焦超声 (HIFU) 应用中。所公开的系统和方法便于相对于靶区域和 / 或靶路径对 HIFU 波束进行追踪和引导。所公开的系统 / 方法具有广泛的应用,其包括超声止血技术、子宫纤维化的处置、肿瘤处置和心房纤维颤动处置。

[0043] 虽然已参考示例性实施例及其实施方式对本发明进行了描述,但是所公开的系统和方法不限于这些示例性实施例 / 实施方式。相反地,正如本领域技术人员将从在此提供的描述中明显看出的那样,所公开的系统和方法易于进行改进、改变和增强,同时不脱离本发明的精神或范围。因此,本发明清楚地将这些改进、改变和增强包括在其范围内。

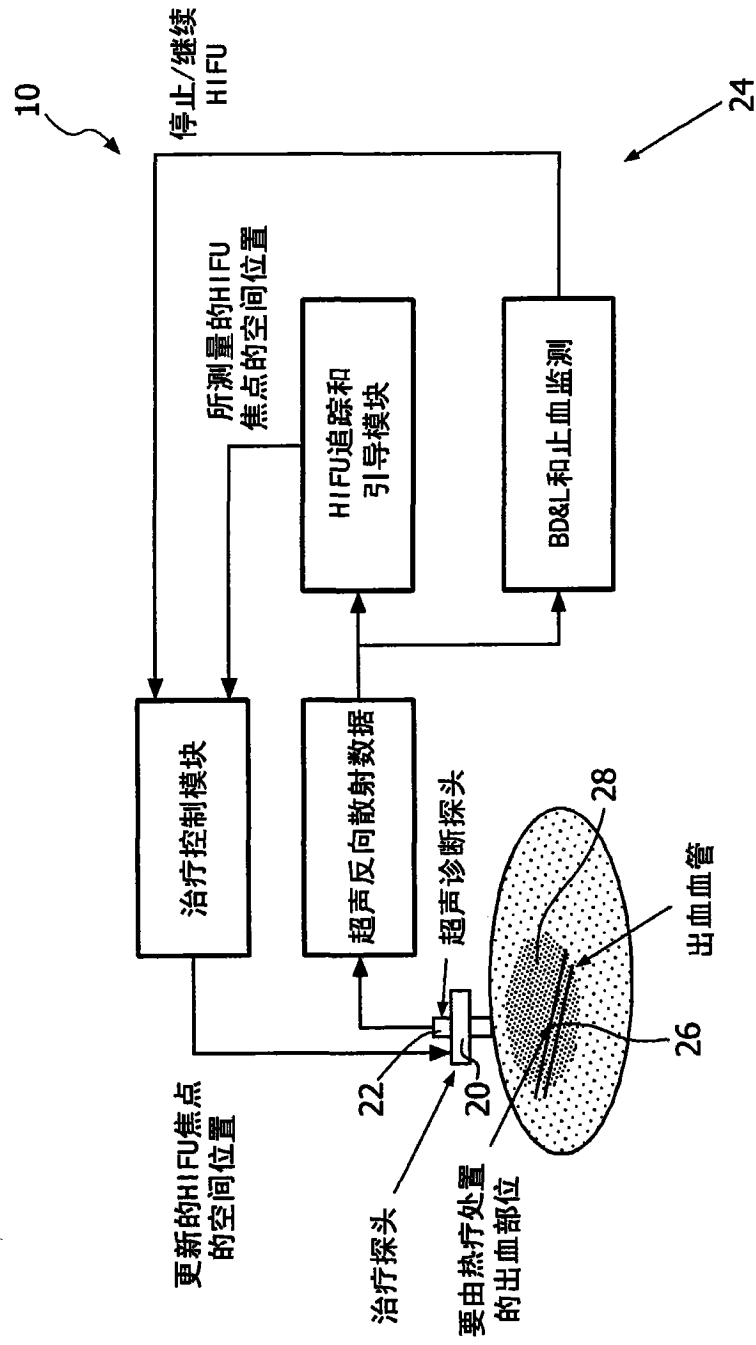


图 1

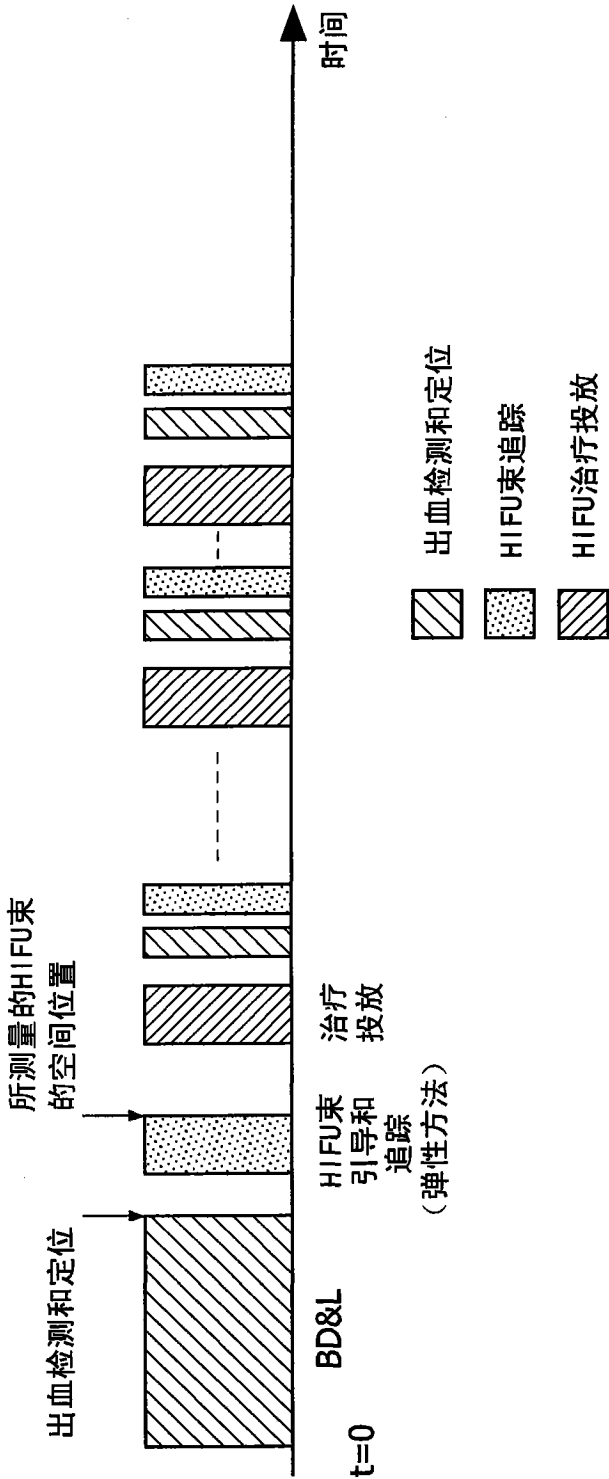


图 2