



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106901777 A

(43)申请公布日 2017.06.30

(21)申请号 201710104008.6

(22)申请日 2017.02.24

(71)申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

(72)发明人 朱本鹏 张桃 欧阳君 杨晓非
陈实 张悦

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心
42201

代理人 赵伟

(51)Int.Cl.

A61B 8/06(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

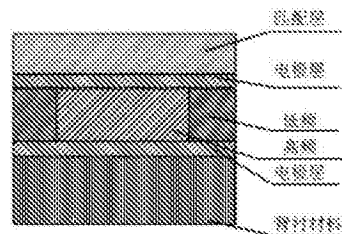
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种多功能超声探头与微血管成像及血流速度检测方法

(57)摘要

本发明公开了一种多功能超声探头与微血管成像及血流速度检测方法,其多功能超声探头包括自下而上依次层叠的背衬材料、第一电极层、换能器层、第二电极层和匹配层;换能器层包括低频换能器和高频换能器,低频换能器呈环状包裹在高频换能器的外围;低频换能器所发射的低频超声探测信号在造影微泡及组织的散射作用下形成超谐波信号;通过高频换能器接收超谐波信号,实现体外对微血管的高分辨、高穿透力的成像;通过发射高频超声信号实现微血管血流速度检测的功能;突破了现有的超声成像或超声血流检测设备仅具有单一成像功能,或者单一血流速度检测功能的限制,并且极大提高了微血管成像的分辨率。



1. 一种多功能超声探头,其特征在於,所述探头为单一阵元的柱状结构,包括自下而上依次层叠的背衬材料、第一电极层、换能器层、第二电极层和匹配层;所述换能器层包括低频换能器和高频换能器,低频换能器呈环状包裹在高频换能器的外围;

所述低频换能器用于发射低频超声,所发射的低频超声作为探测信号进入微血管后,在造影微泡的强散射作用下生成超谐波;高频换能器用于接收超谐波信号;匹配层用于声阻抗匹配以减小损耗;背衬材料用于调节声阻抗和超声衰减系数;第一电极层和第二电极层分别用于为高频超声换能器、低频超声换能器接入工作电压。

2. 如权利要求1所述的多功能超声探头,其特征在於,所述低频超声换能器的中心频率为5MHz~10MHz,高频超声换能器的中心频率为30MHz~55MHz。

3. 一种基于权利要求1~2所述的多功能超声探头的微血管成像方法,其特征在於,通过低频发射、高频接收的双频模式,实现体外超谐波微血管成像;具体包括如下步骤:

- (1) 采用中心频率为5MHz~10MHz的低频发射模块发射探测信号;
- (2) 当发射的探测信号到达造影剂,形成超谐波反馈信号;
- (3) 采用中心频率为30MHz~55MHz的高频接收器接收反馈的超谐波信号;

(4) 对接收到的超谐波信号进行信号放大、滤波、模数转换以及数字化图像处理,获得微血管图像。

4. 一种基于权利要求1~2所述的多功能超声探头的微血管血流速度检测方法,其特征在於,包括如下步骤:

- (1) 采用中心频率为30MHz~55MHz的高频换能器发射探测信号;
- (2) 当探测信号到达微血管,形成反射超声信号;在多普勒频移效应下,反射超声信号相较入射超声的频率发生改变;
- (3) 采用中心频率为30MHz~55MHz的高频接收器对反射超声信号进行接收,获得反射信号;

(4) 根据接收到的反射信号进行信号放大、滤波、模数信号转换,根据探测信号的频率以及反射信号相对于探测信号的频移计算获得微血管的血流速度。

一种多功能超声探头与微血管成像及血流速度检测方法

技术领域

[0001] 本发明属于超声成像技术领域,更具体地,涉及一种多功能超声探头与微血管成像及血流速度检测方法。

背景技术

[0002] 在生物医学中,微血管在疾病及机体性能的诊断中扮演着越来越重要的角色,在体外实现对微血管清晰成像以及相应血流速的检测的需求也日趋增大。由于超声具有无损实时性检测的优势,因此是医学检测中血管成像的主流方式。但由于传统的超声成像系统的分辨率较低,无法分辨出微血管,而采用高频超声又无法获得较高的穿透力;而且,目前的超声成像技术只能单一的进行检测,不能实现微血管的成像以及血流速的检测双重功能;而组织谐波的低频成像虽然衰减较弱,但由于傍瓣的重叠,导致在低频成像时存在着伪像,而随着频率的增大,其衰减急剧增大,也不能进行清晰的微血管成像及血流速度检测。

发明内容

[0003] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供了一种多功能超声探头与微血管成像及血流速度检测方法;其目的在于实现在体外对微血管的可靠评价;由此解决现有技术难以在体外获得高分辨、高穿透力的微血管图像以及血流检测、以及双功能集成的问题。

[0004] 为实现上述目的,按照本发明的一个方面,提供了一种多功能超声探头,该探头为单一阵元的柱状结构,包括自下而上依次层叠的背衬材料、第一电极层、换能器层、第二电极层和匹配层;其中,换能器层包括低频换能器和高频换能器,低频换能器呈环状包裹在高频换能器的外围;

[0005] 其中,低频换能器用于发射低频超声,所发射的低频超声作为探测信号进入微血管后,在造影微泡的强散射作用下生成超谐波;高频换能器则用于接收超谐波信号;匹配层用于声阻抗匹配以减小损耗;背衬材料用于调节声阻抗和超声衰减系数;第一电极层和第二电极层分别用于为高频超声换能器、低频超声换能器接入工作电压。

[0006] 优选的,上述的多功能超声探头,其低频超声换能器的中心频率为5MHz~10MHz,高频超声换能器的中心频率为30MHz~55MHz。

[0007] 按照本发明的另一方面,提供了一种基于上述多功能超声探头的微血管成像方法,通过低频发射、高频接收的双频模式,实现体外超谐波微血管成像,具体包括如下步骤:

[0008] (1) 采用中心频率为5MHz~10MHz的低频发射模块发射探测信号;

[0009] (2) 当发射的探测信号到达造影剂,形成超谐波反馈信号;

[0010] (3) 采用中心频率为30MHz~55MHz的高频接收器接收反馈的超谐波信号;

[0011] (4) 对接收到的超谐波信号进行信号放大、滤波、模数转换以及数字化图像处理,获得微血管图像。

[0012] 按照本发明的另一方面,提供了一种基于上述多功能超声探头的微血管血流速度

检测方法,利用高频模式,通过高频超声换能器发射高频超声,通过超声多普勒效应,实现对微血管的血流检测;具体包括如下步骤:

[0013] (1) 采用中心频率为30MHz~55MHz的高频换能器发射探测信号;

[0014] (2) 当探测信号到达微血管,形成反射超声信号;在多普勒频移效应下,反射超声信号相较于入射超声的频率发生改变;

[0015] (3) 采用中心频率为30MHz~55MHz的高频接收器对反射超声信号进行接收,获得反射信号;

[0016] (4) 根据接收到的反射信号进行信号放大、滤波、模数信号转换,根据探测信号的频率以及反射信号相对于探测信号的频移计算获得微血管的血流速度。

[0017] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,能够取得下列有益效果:

[0018] 本发明提供的多功能超声探头以及基于该多功能超声探头的微血管成像方法,利用低频换能器发射低频超声信号,经过微血管内的造影剂散射,形成超谐波信号,利用其高频换能器接收其中的4~5倍频的信号;该多功能超声探头利用低频信号在进行超声造影的4、5倍频的高次谐波成像,低频信号具有很好的穿透力,而在造影剂的作用,微泡的高频信号的衰减较为缓慢,与组织谐波成像存在较大的对比度,由此实现对微血管的清晰成像;

[0019] 与现有技术比较而言,现有技术采用单一低频发射低频接收的超声成像系统,虽然信号衰减较弱,但由于傍瓣的重叠,导致在低频成像时存在伪像,而随着频率的增大,其衰减急剧增大,难以获得微血管的清晰成像;

[0020] 而本发明的这种多功能超声探头,由于在超声造影中的4、5倍频的高次谐波中,其傍瓣不存在重叠,因此可以解决伪像问题,兼具有高穿透力与高分辨率的优异性能;

[0021] 另一方面,本发明提供的这种多功能超声探头以及基于该多功能超声探头的微血管血流速度检测方法,利用超声多普勒效应,通过发射的高频超声信号,实现微血管血流速度检测的功能;突破了现有的超声成像或超声血流检测设备仅具有单一成像功能,或者单一血流速度检测功能的限制,通过微血管成像与微血管血流速度信息,可实现对微血管的可靠评价,在医学检测上具有实际意义,因为目前仍然缺乏直接显示并评价生物体微循环的成像方法,而本发明为对微循环的评价提供了技术手段。

附图说明

[0022] 图1是实施例提供的多功能超声探头的结构示意图;

[0023] 图2是实施例提供的多功能超声探头的换能器层结构示意图;

[0024] 图3是组织、微泡的衰减特性随频率的变化关系示意图;

[0025] 图4超声多普勒血流检测原理示意图。

具体实施方式

[0026] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0027] 实施例提供的多功能超声探头为单一阵元的柱状结构,包括自下而上依次层叠的背衬材料、第一电极层、换能器层、第二电极层和匹配层,具体结构如图1所示;其中,换能器层包括低频换能器和高频换能器,低频换能器呈环状包裹在高频换能器的外围;其结构如图2所示;

[0028] 其中,低频换能器用于发射低频超声,所发射的低频超声作为探测信号进入微血管后,在造影微泡的强散射作用下生成超谐波;高频换能器则用于接收超谐波信号;匹配层用于声阻抗匹配以减小损耗;背衬材料用于调节声阻抗和超声衰减系数;第一电极层和第二电极层分别用于为高频超声换能器、低频超声换能器接入高压脉冲形式的工作电压。

[0029] 本实施例所提供的多功能超声探头,其低频换能器的中心频率为5MHz,高频换能器的中心频率为55MHz。

[0030] 在采用本实施例所提供的多功能超声探头进行体外超谐波微血管成像时,低频换能器所发射的低频超声探测信号在造影微泡及组织的散射作用下形成超谐波信号;由于造影微泡的作用,产生的超谐波信号相较于组织衰减少,与组织的衰减形成鲜明的对比;通过高频换能器接收超谐波信号,实现体外对微血管的高分辨、高穿透力的成像;基于实施例提供的这种多功能超声探头的微血管成像的方法,具体包括如下步骤:

[0031] (1) 采用中心频率为5MHz的低频发射模块发射探测信号;

[0032] (2) 发射的低频超声信号到达造影剂,形成超谐波反馈信号;

[0033] (3) 采用中心频率为55MHz的高频接收器对反馈的超谐波信号进行接收处理,获得超谐波信号;

[0034] (4) 根据接收到的超谐波信号,进行信号放大、滤波、模数信号转换,根据获得的数字信号进行数字化图像处理,获得微血管图像。

[0035] 利用本实施例所提供的多功能超声探头的高频模式,通过高频超声换能器发射高频超声,在超声多普勒效应下可实现对微血管的血流检测;具体包括如下步骤:

[0036] (1) 采用中心频率为30MHz的高频换能器发射探测信号;

[0037] (2) 当发射的高频超声探测信号到达微血管,形成反射超声信号;在多普勒频移效应的作用下,反射超声信号相较入射超声的频率发生频移改变;

[0038] (3) 采用中心频率为30MHz的高频接收器对反射超声进行接收处理,获得反射信号;

[0039] (4) 根据接收到的反射信号,进行信号放大、滤波、模数信号转换,根据探测信号的频率以及反射信号相对于探测信号的频移计算获得微血管的血流速度。

[0040] 以下结合图3和图4,具体阐述利用本发明提供的多功能超声探头进行体外超谐波微血管成像以及微血管血流速度检测的原理。

[0041] 图3所示是组织、微泡的衰减特性随频率变化的关系示意图,组织谐波的低频成像时,虽然衰减较弱,但由于傍瓣的重叠,导致在低频成像时存在着伪影,而随着频率的增大,其衰减急剧增大;在进行超声造影的4、5倍频的高次谐波成像时,由于造影剂的作用,其衰减较为缓慢,相较组织谐波成像具有较大的幅值。

[0042] 图4所示是超声多普勒血流检测原理示意图,其中, f_0 是发射的高频超声, f 是指接收的血管内的运动颗粒的反射超声信号, θ 是血流与波的夹角,根据超声多普勒效应,其频

移 $f_D = \pm \frac{2v \cos \theta}{c} f_0$, 其中 v 是血流速度; c 是指入射波速度。

[0043] 本发明中, 采用高频换能器发射探测信号的频率为 f_0 , 发射的高频超声信号到达微血管, 形成频率为 f 的反射超声信号, 由于多普勒频移的效应, 其发射超声相较入射超声的频率发生改变, 其频移 $f_D = \pm \frac{2v \cos \theta}{c} f_0$, 据此获得血流速度 $v = \pm \frac{f_D c}{2 \cos \theta_0}$ 。

[0044] 本发明提供的这种多功能超声探头, 一方面利用低频换能器发射低频超声信号, 经过微血管内的造影剂散射形成超谐波信号, 利用其高频换能器接收其中的4~5倍频的信号, 实现体外超谐波成像, 获得高分辨率的微血管图像; 另一方面, 利用超声多普勒效应, 通过发射的高频超声信号, 由于多普勒频移效应, 实现微血管血流速度检测的功能; 总体而言, 本发明所能够取得下列有益效果:

[0045] (1) 实现无损实时性体外微血管的成像;

[0046] (2) 获得高分辨的微血管图像;

[0047] (3) 可同步实现对同一探测部位的血流速度检测。

[0048] 本领域的技术人员容易理解, 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已, 并不用以限制本发明, 凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

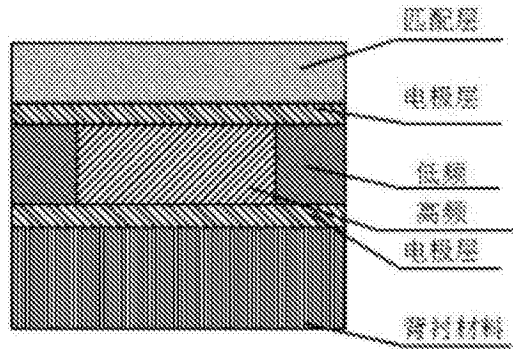


图1

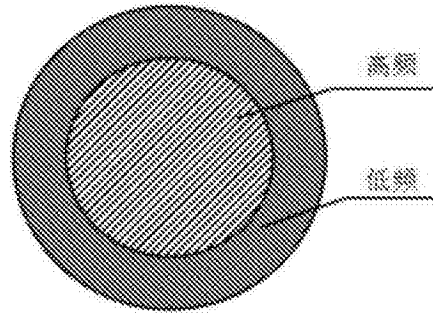


图2

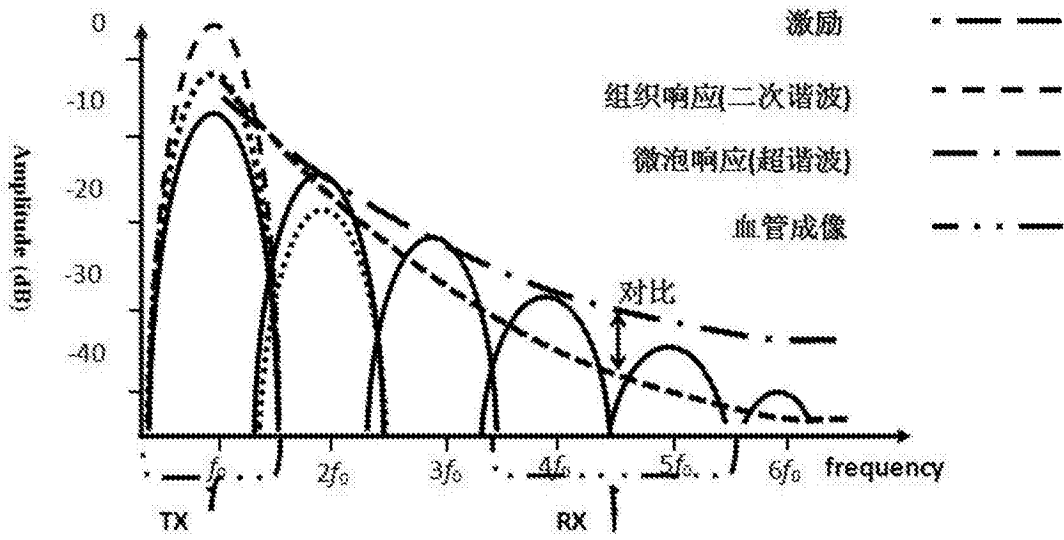


图3

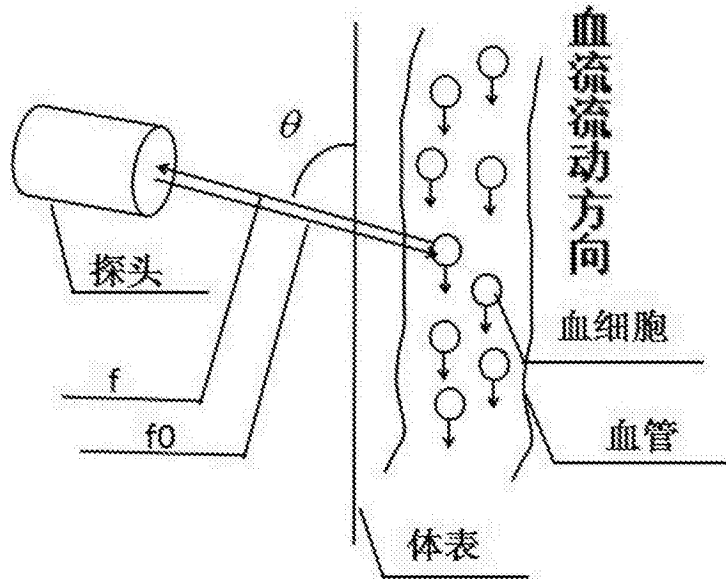


图4

专利名称(译)	一种多功能超声探头与微血管成像及血流速度检测方法		
公开(公告)号	CN106901777A	公开(公告)日	2017-06-30
申请号	CN201710104008.6	申请日	2017-02-24
[标]申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
[标]发明人	朱本鹏 张桃 欧阳君 杨晓非 陈实 张悦		
发明人	朱本鹏 张桃 欧阳君 杨晓非 陈实 张悦		
IPC分类号	A61B8/06 A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/4461 A61B8/06 A61B8/0891 A61B8/4477 A61B8/481		
代理人(译)	赵伟		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种多功能超声探头与微血管成像及血流速度检测方法,其多功能超声探头包括自下而上依次层叠的背衬材料、第一电极层、换能器层、第二电极层和匹配层;换能器层包括低频换能器和高频换能器,低频换能器呈环状包裹在高频换能器的外围;低频换能器所发射的低频超声探测信号在造影微泡及组织的散射作用下形成超谐波信号;通过高频换能器接收超谐波信号,实现体外对微血管的高分辨、高穿透力的成像;通过发射高频超声信号实现微血管血流速度检测的功能;突破了现有的超声成像或超声血流检测设备仅具有单一成像功能,或者单一血流速度检测功能的限制,并且极大提高了微血管成像的分辨率。

