



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104146731 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 19

(21) 申请号 201410348514. 6

(22) 申请日 2014. 07. 21

(71) 申请人 深圳先进技术研究院

地址 518055 广东省深圳市南山区西丽大学
城学苑大道 1068 号

(72) 发明人 邱维宝 叶宗英 郑海荣

(74) 专利代理机构 深圳鼎合诚知识产权代理有
限公司 44281

代理人 任葵 彭家恩

(51) Int. Cl.

A61B 8/06 (2006. 01)

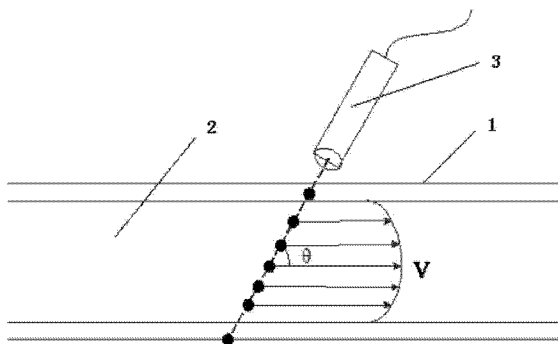
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种估算流体速度的系统和方法

(57) 摘要

本申请公开了一种估算流体速度的系统和方法,包括定位装置,用于通过超声成像确定待检测流体的位置,确定待检测速度剖面,在剖面上选取多个信号采样点;换能器用于在控制器的控制下,向流体发射超声波并接收脉冲回波信号;处理器,还用于对脉冲回波信号进行处理,计算出多个信号采样点的流体速度,并对多个信号采点的流体速度值进行曲线拟合,得到流体速度的剖面曲线。本申请由于使用处理器,如FPGA,可对血管内不同深度的血流速度同时采样测量,数据可并行处理,计算出多个采样点的流体速度,通曲线拟合得到流体速度的剖面曲线,从而可得到各点的血流速度,能实时反映血流异常,信号处理的实时性和计算精度更高,可为血管病变提供诊断依据。



1. 一种估算流体速度的系统,其特征在于,包括定位装置、换能器、脉冲发生器、接收电路和处理器;

所述定位装置,用于通过超声成像确定待检测流体的位置,确定待检测速度剖面,在所述剖面上选取多个信号采样点;

所述换能装置,包括换能器,所述换能器用于在所述处理器的控制下,向流体发射超声波并接收脉冲回波信号;

所述处理器,还用于对所述脉冲回波信号进行处理,计算出所述多个信号采样点的流体速度,并对所述多个信号采点的流体速度值进行曲线拟合,得到流体速度的剖面曲线。

2. 如权利要求 1 所述的估算流体速度的系统,其特征在于,所述换能装置还包括脉冲发生器和接收电路;

所述脉冲发生器,用于在所述处理器的控制下,向所述换能器发出电气脉冲激励;

所述接收电路,用于接收所述脉冲回波信号,并将所述脉冲回波信号发送给所述处理器。

3. 如权利要求 2 所述的估算流体速度的系统,其特征在于,所述接收电路包括依次连接的放大器、滤波器和模数转换器;

所述放大器,用于对所述脉冲回波信号进行放大;

所述滤波器,用于对所述放大后的脉冲回波信号进行滤波;

所述模数转换器,用于对滤波后的脉冲回波信号进行模数转换,将经过放大和滤波的脉冲回波信号转换为数字信号。

4. 如权利要求 3 所述的估算流体速度的系统,其特征在于,所述处理器包括依次连接的数字滤波器、正交解调器、选通模块和频谱提取模块;

所述数字滤波器,用于对所述数字信号进行滤波;

所述正交解调器,用于对滤波处理后的信号进行解调以获取同相和正交的解析信号;

所述选通模块,用于从所述解析信号中提取不同流体深度的信号数据;

所述频谱提取模块,用于根据所述不同流体深度的信号数据计算流体多普勒频移信息以获取流体速度。

5. 如权利要求 4 所述的估算流体速度的系统,其特征在于,所述正交解调模块包括希尔伯特变换单元和低通滤波单元。

6. 如权利要求 5 所述的估算流体速度的系统,其特征在于,频谱提取模块包括依次连接的窗函数、傅里叶变换单元和取模运算单元。

7. 如权利要求 6 所述的估算流体速度的系统,其特征在于,所述处理器包括 FPGA 或 ARM 处理器。

8. 一种估算流体速度的方法,其特征在于,包括:

通过超声成像确定待检测流体的位置,确定待检测速度剖面,在所述剖面上选取多个信号采样点;

使用处理器对超声换能器发出激励脉冲,所述超声换能器向流体发射超声波并接收脉冲回波信号;

所述处理器对所述脉冲回波信号进行处理,计算出所述多个信号采样点的流体速度;对所述多个信号采点的流体速度值进行曲线拟合,得到流体速度的剖面曲线。

9. 如权利要求 8 所述的估算流体速度的方法,其特征在于,所述处理器包括 FPGA 或 ARM 处理器。

10. 如权利要求 8 所述的估算流体速度的方法,其特征在于,所述流体包括血管中的血流。

一种估算流体速度的系统和方法

技术领域

[0001] 本申请涉及医疗超声成像技术,尤其涉及一种估算流体速度的系统和方法。

背景技术

[0002] 医疗超声成像技术是一种基于超声波的影像技术。随着医学、材料、计算机、电子工程等技术的飞速发展,医疗超声成像设备的性能不断提高、功能不断完善、用途不断扩展。超声成像诊断具有高空间分辨率、实时快速成像、操作方法简便、无禁忌、无损伤、可重复、可提携和经济等特点,已经广泛的用于各种医学应用当中。它与 CT 和 MRI 一起构成了临床医学中必不可少的影像诊断技术。

[0003] 大量临床研究表明,人体主要血管的血流动力学参数能够直接反映人体的生理功能,可以作为辅助临床诊断的重要测量指标。血流速度的检测,无论是对于血管疾病的早期诊断、治疗方案的确定的、疗效的评估,还是对人体器官的生理、病理研究都具有十分重要的意义。

[0004] 流经血管的血液流速可以用各种方法进行估计,一种以简便而著称的最流行的技术就是通过 B 型超声成像确定血管位置,然后用脉冲多普勒测出血管中间位置的血液速度,如图 1 所示,其中 1 为血管壁,2 为血管内的血液,3 为换能器。超声脉冲多普勒采用共用式的换能器,换能器受高压脉冲激励向血管发射频率为 f_0 的超声,血管内血细胞的运动速度为 v ,超声脉冲发射完换能器即转换为接收状态,由于血液的相对运动,换能器接收到的超声波频率会产生多普勒频率偏移 f_d 。超声换能器接收到的多普勒频移方程为:

$$f_d = 2f_0 v \cos\theta / c \quad (1)$$

其中 c 是超声在人体软组织中的传播速度, θ 为超声波束与血液流动方向之间的夹角。

[0005] 现有技术通常采用如图 2 所示的模拟解调过程对换能器所接收到的回波信号进行解调,然后经过滤波并使用采样保持器将数据送至模数转换器将解调得到的模拟采样信号变成数字信号,经过频谱分析得到 f_d ,最后通过公式 (1) 计算出速度 v 。

[0006] 传统的模拟解调过程使用的混频器、采样保持器以及滤波器会引入额外噪声,并且解调器只针对特定的换能器和给定的频率范围,灵活性差。现有技术设备只能对血管内固定采样容积的速度进行测量,以血管中间位置的血液速度来代替血管内的血液速度,测量的血液速度不够精确,且不能实时测得血管内血液速度剖面。如果要得到血管内速度剖面,通常是根据血管中间位置的流速通过时域相关算法对血液速度剖面做出假设,对外周血管选用抛物线型,对高流速血管如主动脉弓则选用钝型,从而进行运算得到速度剖面,不仅算法复杂、运算量大,且不是血管内血流情况的真实反映。

发明内容

[0007] 本申请提供一种估算流体速度的系统及方法。

[0008] 根据本申请的第一方面,本申请提供一种估算流体速度的系统,包括定位装置、换能器、脉冲发生器、接收电路和处理器;

所述定位装置,用于通过超声成像确定待检测流体的位置,确定待检测速度剖面,在所述剖面上选取多个信号采样点;

所述换能装置,包括换能器,所述换能器用于在所述处理器的控制下,向流体发射超声波并接收脉冲回波信号;

所述处理器,还用于对所述脉冲回波信号进行处理,计算出所述多个信号采样点的流体速度,并对所述多个信号采点的流体速度值进行曲线拟合,得到流体速度的剖面曲线。

[0009] 上述系统中,所述换能装置还包括脉冲发生器和接收电路;

所述脉冲发生器,用于在所述处理器的控制下,向所述换能器发出电气脉冲激励;

所述接收电路,用于接收所述脉冲回波信号,并将所述脉冲回波信号发送给所述处理器。

[0010] 上述系统中,所述接收电路包括依次连接的放大器、滤波器和模数转换器;

所述放大器,用于对所述脉冲回波信号进行放大;

所述滤波器,用于对所述放大后的脉冲回波信号进行滤波;

所述模数转换器,用于对滤波后的脉冲回波信号进行模数转换,将经过放大和滤波的脉冲回波信号转换为数字信号。

[0011] 上述系统中,所述处理器包括依次连接的数字滤波器、正交解调器、选通模块和频谱提取模块;

所述数字滤波器,用于对所述数字信号进行滤波;

所述正交解调器,用于对滤波处理后的信号进行解调以获取同相和正交的解析信号;

所述选通模块,用于从所述解析信号中提取不同流体深度的信号数据;

所述频谱提取模块,用于根据所述不同流体深度的信号数据计算流体多普勒频移信息以获取流体速度。

[0012] 上述系统中,所述正交解调模块包括希尔伯特变换单元和低通滤波单元。

[0013] 上述系统中,频谱提取模块包括依次连接的窗函数、傅里叶变换单元和取模运算单元。

[0014] 上述系统中,所述处理器包括 FPGA 或 ARM 处理器。

[0015] 根据本申请的第二方面,本申请提供一种估算流体速度的方法,包括:

通过超声成像确定待检测流体的位置,确定待检测速度剖面,在所述剖面上选取多个信号采样点;

使用处理器对超声换能器发出激励脉冲,所述超声换能器向流体发射超声波并接收脉冲回波信号;

所述处理器对所述脉冲回波信号进行处理,计算出所述多个信号采样点的流体速度;

对所述多个信号采点的流体速度值进行曲线拟合,得到流体速度的剖面曲线。

[0016] 上述方法中,所述信号处理器包括 FPGA 或 ARM 处理器。

[0017] 上述方法中,所述流体包括血管中的血流。

[0018] 由于采用了以上技术方案,使本申请具备的有益效果在于:

(1) 在本申请的具体实施方式中,本申请由于使用处理器,如 FPGA,可对血管内不同深度的血流速度同时采样测量,数据能够并行处理,计算出多个采样点的流体(如血流)速度,通过对多个信号采样点的流体速度值进行曲线拟合,得到流体速度的剖面曲线,从而可得到各点的血流速度,能实时反映血流异常,信号处理的实时性和计算精度更高,可为血管病变提供诊断依据。

[0019] (2) 在本申请的具体实施方式中,本申请利用 FPGA 可编程特点设计出基于希尔伯特变换的数字正交解调器,减少噪声信号,提高信噪比和可靠性,同时也缩小电路尺寸并使设计更加灵活;利用 FPGA 并行处理技术实现同时对血管内多个采样容积进行处理,减小了算法复杂性。

附图说明

[0020] 图 1 为单点多普勒血流测量示意图;

图 2 为基于混频器的模拟解调过程示意图;

图 3 为本申请的系统在一种实施方式中的结构示意图;

图 4 为本申请的系统进行多点多普勒血流测量的示意图;

图 5 为本申请的系统在另一种实施方式中的结构示意图;

图 6 为本申请的系统在一种实施方式中的基于 FPGA 的算法流程示意图;

图 7 为本申请的系统在一种实施方式中的正交解调过程示意图

图 8 为本申请的方法在一种实施方式中的流程图。

具体实施方式

[0021] 下面通过具体实施方式结合附图对本申请作进一步详细说明。

[0022] 实施例一:

如图 3 至图 7 所示,本申请的估算流体速度的系统,其一种实施方式,包括定位装置、换能装置和处理器。定位装置,用于通过超声成像确定待检测流体的位置,确定待检测速度剖面,在剖面上选取多个信号采样点。换能装置,包括换能器,换能器用于在控制器的控制下,向流体发射超声波并接收脉冲回波信号,图 4 示出了选取多个信号采样点的示意图,其中 1 为血管壁,2 为血管内的血液,3 为超声换能器。处理器,还用于对脉冲回波信号进行处理,计算出多个信号采样点的流体速度,并对多个信号采点的流体速度值进行曲线拟合,得到流体速度的剖面曲线。处理器一般使用高速的数字信号处理器,在一种实施方式中,处理器包括 FPGA (Field - Programmable Gate Array,即现场可编程门阵列) 或 ARM 处理器。使用 FPGA 设计数字电路实现脉冲多普勒与现有技术相比,不仅在精度、稳定性和可靠性方面具有很大优势,而且很容易实现对多个采样点的控制选通,进行数据采集和处理。

[0023] 对于血管内的的采样信号,利用公式 (1) 计算出各点的速度值。通过对多个采样点的速度值进行曲线拟合,很容易得到血流速度的剖面曲线。

[0024] 在一种实施方式中,换能装置还包括脉冲发生器和接收电路;脉冲发生器,用于在控制器的控制下,向换能器发出电气脉冲激励;接收电路,用于接收脉冲回波信号,并将脉冲回波信号发送给处理器。

[0025] 接收电路包括依次连接的放大器、滤波器和模数转换器。放大器,用于对脉冲回波信号进行放大;滤波器,用于对放大后的脉冲回波信号进行滤波;模数转换器,用于对滤波后的脉冲回波信号进行模数转换,将经过放大和滤波的脉冲回波信号转换为数字信号。

[0026] 处理器包括依次连接的数字滤波器、正交解调器、选通模块和频谱提取模块;数字滤波器,用于对所述数字信号进行滤波;正交解调器,用于对滤波处理后的信号进行解调以获取同相和正交的解析信号;选通模块,用于从解析信号中提取不同流体深度的信号数据;频谱提取模块,用于根据不同流体深度的信号数据计算流体多普勒频移信息以获取流体速度。正交解调模块包括希尔伯特变换单元和低通滤波单元。频谱提取模块包括依次连接的窗函数、傅里叶变换单元和取模运算单元。

[0027] 本申请提出了一种专门应用于医疗超声成像技术领域的,针对血流速度检测的一种新的实现方案。该方案可利用 B 型超声成像模式定位血管位置,确定血管内信号采样点,通过 FPGA 编码对超声换能器发出激励脉冲,使用脉冲多普勒多点选通技术实现血流速度剖面测量。本申请通过 FPGA 产生超声激励脉冲并对脉冲回波信号进行处理,脉冲多普勒测量电路与 B 型超声成像电路公用数据采集通道,利用 FPGA 可编程特点设计出基于希尔伯特变换的数字正交解调器以取代传统混频器实现数字解调,减小硬件电路复杂性,提高信噪比和可靠性,使设计更加紧凑和灵活;利用 FPGA 并行处理技术对血管内多点血流信号和管壁运动信号同时检测处理,减小算法复杂性;经处理后通过高速数据接口传输至电脑进行成像显示。

[0028] 实施例二:

实施例二为本申请的一种具体应用例。如图 5 所示,本申请的估算流体速度的系统主要分为二个部分:超声换能器和信号处理单元。信号处理单元和电脑连接。超声换能器主要完成激励电气信号与超声波信号之间的互相转换。信号处理单元主要完成超声调制激励信号的控制以及超声回波信号的处理。FPGA 在系统中为可编程的处理器。它将完成调制脉冲信号激励控制、回波信号采集控制、实时信号处理控制和信号传输控制等工作。电脑完成系统的命令控制和图像显示及处理。本申请的系统能够同时测得血管内多点血流流速,并通过计算机实现血流速度剖面成像显示。本申请利用 FPGA 设计数字滤波器和数字解调器,硬件电路更加简洁,信噪比更高。

[0029] 本实施例中,FPGA 作为处理器,该部分又可分为 3 个模块,脉冲发生器、接收电路和 FPGA 数字电路。脉冲发生器由晶体管电路构成,接收 FPGA 给出的编码信号而对超声换能器产生电气脉冲激励,使换能器发出脉冲超声波。接收电路用于对脉冲超声波的回波信号进行放大、滤波和模数转换,传输至 FPGA 数字电路进行处理。FPGA 数字电路通过算法编程实现,具有很高的灵活性和可靠性,而且极大的减小了系统硬件电路尺寸。

[0030] FPGA 处理算法流程如图 6 所示,首先设计一个数字滤波器对接收到的数字信号进行滤波处理,减小噪声干扰,然后进行正交解调、采样选通和频谱提取。正交解调过程如图 6 所示,利用 FPGA 编程进行实现希尔伯特变换,产生 I/Q 信号(I 表示同相信号,Q 表示正交信号)并进行低通滤波,然后根据测量需要利用 FPGA 编程选取不同深度的采样点信号进行频谱分析。频谱提取首先通过窗函数再次减小噪声信号干扰,然后进行复杂快速傅里叶变换得到信号的频谱信息。通过取模运算进行包络提取,通过高速数据传输接口送入计算机进行图像显示。

[0031] 对于任何给定的处理器内核,一次只能执行一个指令,且基于处理器的系统时刻面临着严格限时的任务相互取占的风险。而FPGA不使用操作系统,拥有真正的并行执行和专注于每一项任务的确定性硬件,可减少稳定性方面出现问题的可能。利用硬件并行的优势,FPGA打破了顺序执行的模式,在每个时钟周期内能够并行完成更多的处理任务,超越了数字信号处理器的运算能力。因此,FPGA能够同时对多个采样点的信号进行处理,真正的实现对血管内不同深度的血流速度实时测量,同时准确的反映管壁随血流脉动的位移情况。脉冲多普勒多点选通成像如图7所示。正交解调器为单通道处理模块。

[0032] 实施例三:

如图8所示,本申请的估算流体速度的方法,其一种实施方式,包括以下步骤:

步骤802:通过超声成像确定待检测流体的位置,确定待检测速度剖面,在剖面上选取多个信号采样点。在一种实施方式中,液体包括在血管中流动的血流。本申请可用于估算血流流速。

[0033] 步骤804:使用处理器对超声换能器发出激励脉冲,超声换能器向流体发射超声波并接收脉冲回波信号。在一种实施方式中,处理器包括FPGA、ARM处理器。

[0034] 步骤806:处理器对脉冲回波信号进行处理,计算出多个信号采样点的流体速度。

[0035] 步骤808:对所述多个信号采点的流体速度值进行曲线拟合,得到流体速度的剖面曲线。

[0036] 以上内容是结合具体的实施方式对本申请所作的进一步详细说明,不能认定本申请的具体实施只局限于这些说明。对于本申请所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干简单推演或替换。

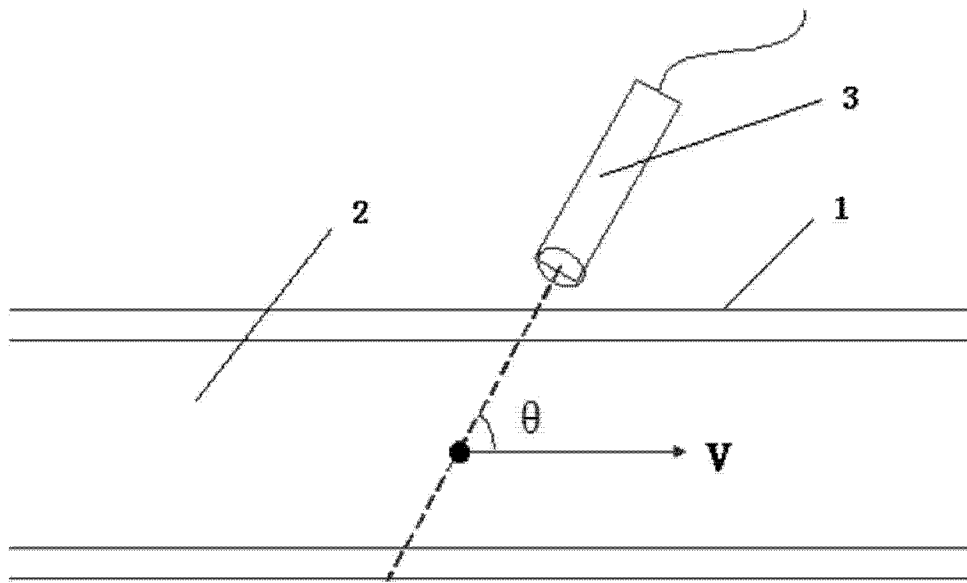


图 1

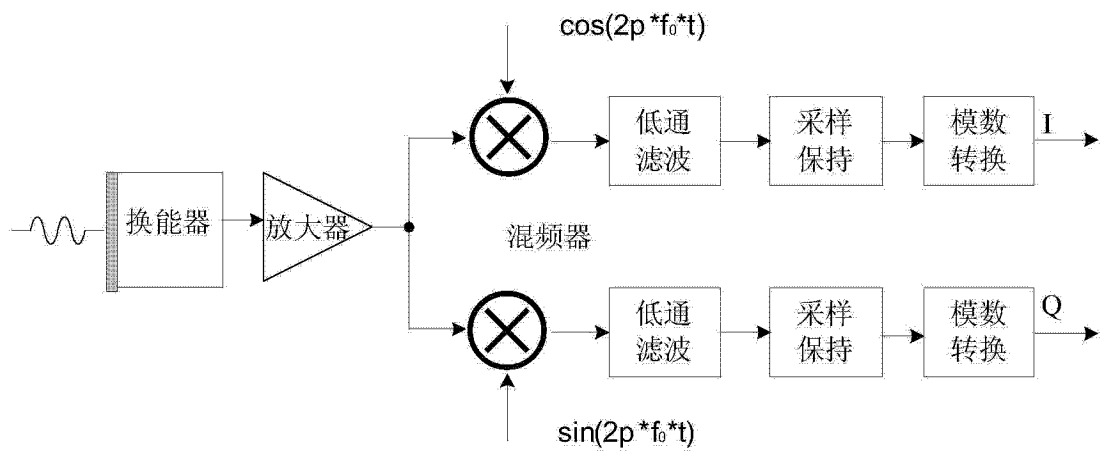


图 2

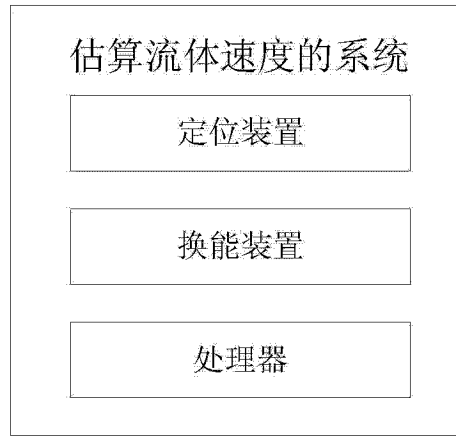


图 3

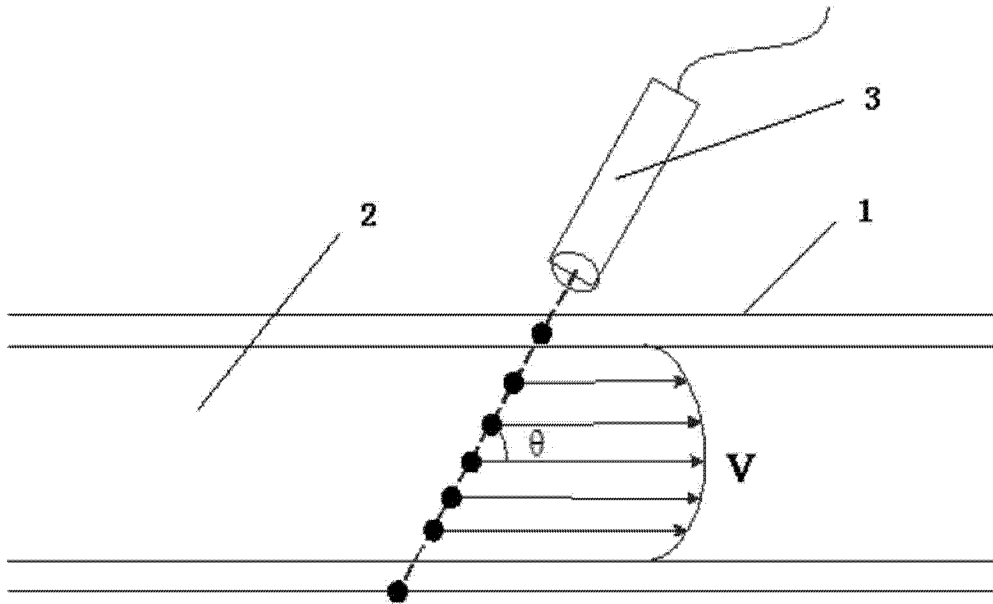


图 4

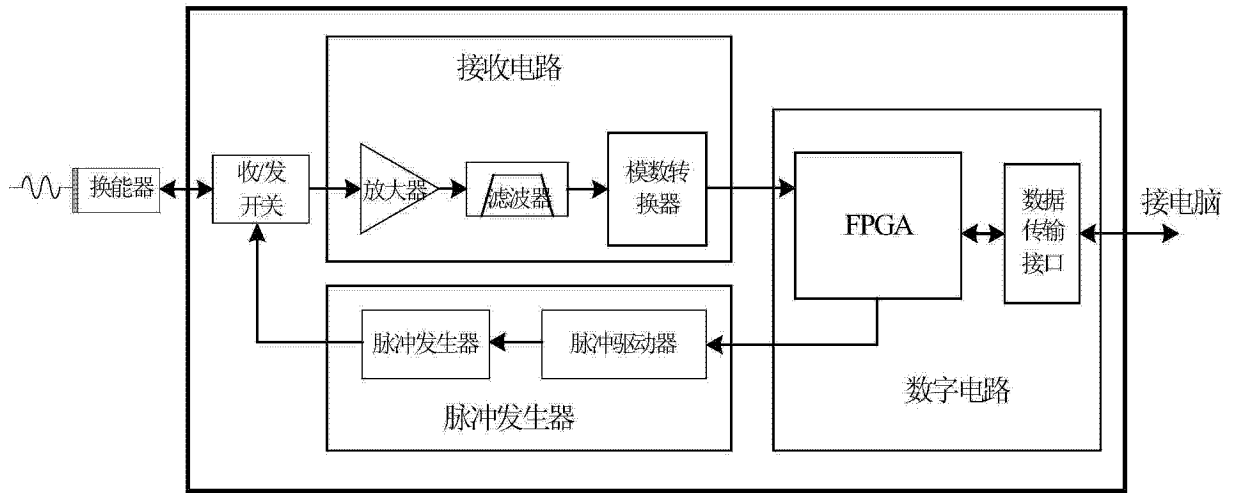


图 5

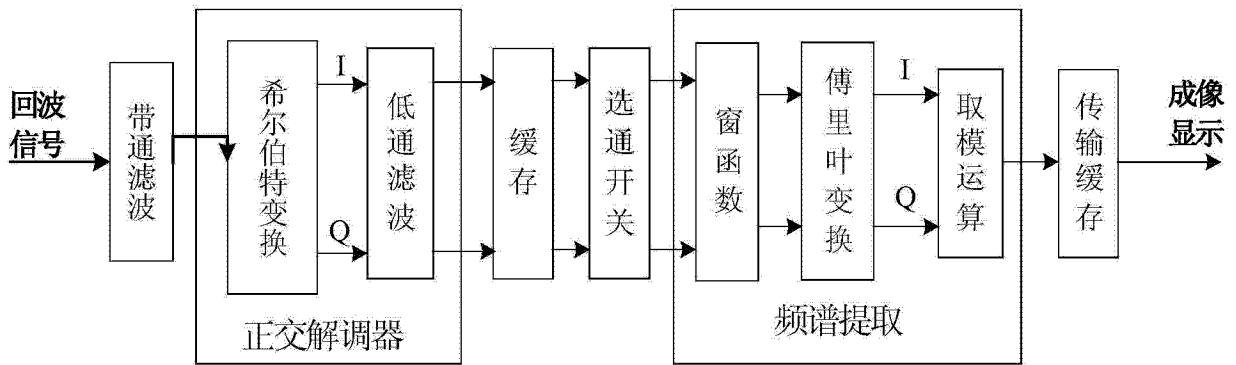


图 6

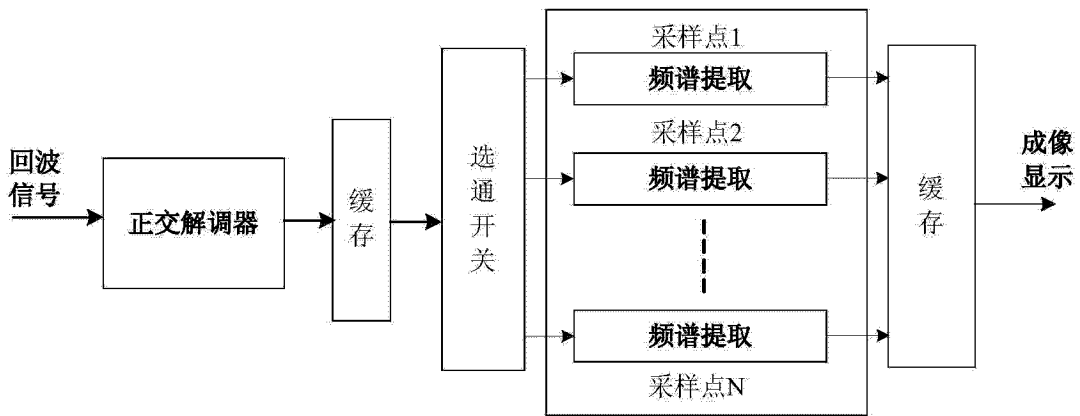


图 7

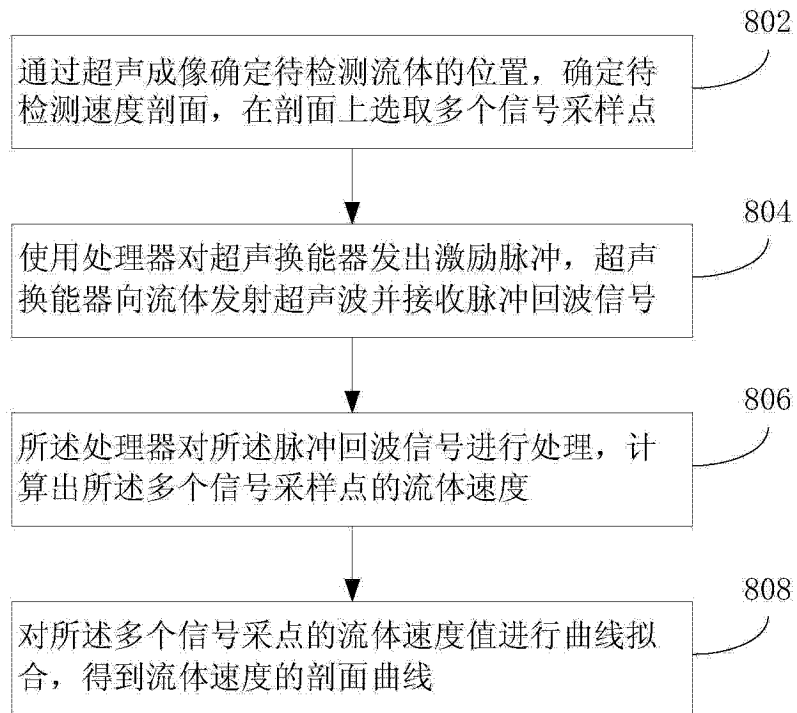


图 8

专利名称(译)	一种估算流体速度的系统和方法		
公开(公告)号	CN104146731A	公开(公告)日	2014-11-19
申请号	CN201410348514.6	申请日	2014-07-21
[标]申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
当前申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
[标]发明人	邱维宝 叶宗英 郑海荣		
发明人	邱维宝 叶宗英 郑海荣		
IPC分类号	A61B8/06		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本申请公开了一种估算流体速度的系统和方法，包括定位装置，用于通过超声成像确定待检测流体的位置，确定待检测速度剖面，在剖面上选取多个信号采样点；换能器用于在处理器的控制下，向流体发射超声波并接收脉冲回波信号；处理器，还用于对脉冲回波信号进行处理，计算出多个信号采样点的流体速度，并对多个信号采点的流体速度值进行曲线拟合，得到流体速度的剖面曲线。本申请由于使用处理器，如FPGA，可对血管内不同深度的血流速度同时采样测量，数据可并行处理，计算出多个采样点的流体速度，通曲线拟合得到流体速度的剖面曲线，从而可得到各点的血流速度，能实时反映血流异常，信号处理的实时性和计算精度更高，可为血管病变提供诊断依据。

