



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104155362 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 19

(21) 申请号 201410398070. 7

(22) 申请日 2014. 08. 14

(71) 申请人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市四牌楼 2 号

(72) 发明人 许兆林 孙东科

(74) 专利代理机构 江苏永衡昭辉律师事务所

32250

代理人 王斌

(51) Int. Cl.

G01N 29/02 (2006. 01)

G01N 29/44 (2006. 01)

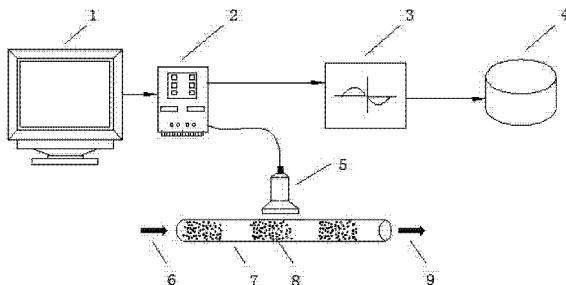
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

基于超声成像技术的微通道内气液两相流流型检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于超声成像技术的微通道内气液两相流流型检测方法，步骤如下：在待测微通道内流体中散布示踪粒子，并在微通道外侧设置超声探头；超声设备产生激励信号，触发超声探头的所有超声单元阵列在待测微通道内的测量区域逐列的发射超声波，并通过超声探头接收待测微通道内散射射频信号；将射频信号转换为射频数据；提取所述的射频数据，生成灰度模式的粒子图像，通过粒子图像得出微通道内气液两相流流型。与现有技术相比，本发明采用线阵超声探头逐列扫描待测流场，其超声分辨率远远高于其它形式的超声探头，对超声探头接收的信号进行处理并生成灰度模式的粒子图像得出微通道内气液两相流流型，可以较全面的检测微通道内的流型。



1. 一种基于超声成像技术的微通道内气液两相流流型检测方法,其特征在于,步骤如下:

第一步、在待测微通道内流体中散布示踪粒子,并在微通道外侧设置超声探头;

第二步、通过计算机控制与超声波探头连接的超声设备产生激励信号,触发所述超声探头的所有超声单元阵列在待测微通道内的测量区域逐列的发射超声波,并通过超声探头接收待测微通道内的示踪粒子被超声波照射后产生背向散射射频信号;

第三步、将所述超声探头接收的射频信号转换为射频数据;

第四步、提取所述的射频数据,将得到的射频数据按照时间顺序进行组合,生成灰度模式的粒子图像,通过粒子图像得出微通道内气液两相流流型。

2. 根据权利要求 1 所述的流型检测方法,其特征在于,所述的示踪粒子为跟随性良好且与周围流体声阻抗差别较大的造影剂微泡或固体颗粒。

3. 根据权利要求 1 所述的流型检测方法,其特征在于,所述的第三步由信号处理模块完成,其中信号处理模块由放大器、时间增益补偿和模数转换组成,所述的放大器用于放大所述的射频信号,所述的数模转换将经放大的射频信号转换成射频数据。

4. 根据权利要求 1 所述的流型检测装方法,其特征在于,所述粒子图像的生成方法如下:

导入所述的射频数据;

寻找各帧图像之间的分隔点和每帧图像中的声束;

运用希尔伯特变换寻找包络线,得到解析信号;

对图像的参数进行设置,然后对所述的解析信号进行对数变换,然后将数据转化为灰度阶,并进行插值来改善图像清晰度,最后将数据显示成图像。

## 基于超声成像技术的微通道内气液两相流流型检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种应用于微通道内气液两相流流型检测方法。

### 背景技术

[0002] 气液两相流广泛存在于自然界和动力、化工、核能等工业生产过程中。气液两相流受压力和流量等因素的影响会形成不同的流型，流型对气液两相流的流动特性和传热传质特性有较大的影响。根据外观形状和相的分布特点等条件，气液两相流的流型可以分为泡状流、塞状流、弹状流和环状流等。

[0003] 随着微加工技术的迅速发展，工业设备逐渐呈现出微型化趋势。微通道内的气液两相流动体系广泛出现在工业生产和人们的生活中，随着通道内径的减小，微通道内气液两相流的流动特性与常规管道两相流的流动特性有着较大的差异，这使得常规管道内流型的检测手段不能很好地用于微通道内气液两相流流型的检测。

[0004] 超声的频带范围宽，适合检测从纳米到毫米级的颗粒物，可以将超声技术应用到微通道内气液两相流流型的检测中。为此，本发明设计了一种应用于微通道内气液两相流流型检测的方法。

### 发明内容

[0005] 本发明针对上述现有技术的不足，提供一种应用于微通道内气液两相流流型检测方法。

[0006] 为实现上述目的，本发明所采用的技术解决方案是：

一种基于超声成像技术的微通道内气液两相流流型检测方法，其特征在于，步骤如下：

第一步、在待测微通道内流体中散布示踪粒子，并在微通道外侧设置超声探头；

第二步、通过计算机模块控制与超声波探头连接的超声设备产生激励信号，触发所述超声探头的所有超声单元阵列在待测微通道内的测量区域逐列的发射超声波，并通过超声探头接收待测微通道内的示踪粒子被超声波照射后产生背向散射射频信号；

第三步、将所述超声探头接收的射频信号转换为射频数据；

第四步、提取所述的射频数据，将得到的数射频据按照时间顺序进行组合，生成灰度模式的粒子图像，通过粒子图像得出微通道内气液两相流流型。

[0007] 所述的示踪粒子为跟随性良好且与周围流体声阻抗差别较大的造影剂微泡或固体颗粒。

[0008] 所述的第三步由信号处理模块完成，其中信号处理模块由放大器、时间增益补偿和模数转换组成，所述的放大器用于放大所述的射频信号，所述的数模转换将经放大的射频信号转换成射频数据。

[0009] 所述粒子图像的生成方法如下：

导入所述的射频数据；

寻找各帧图像之间的分隔点和每帧图像中的声束；

运用希尔伯特变换寻找包络线，得到解析信号；

对图像的参数进行设置，然后对所述的解析信号进行对数变换，然后将数据转化为灰度阶，并进行插值来改善图像清晰度，最后将数据显示成图像。

[0010] 所述第四步的粒子图像由由软件模块完成，其中软件模块由数据处理模块和图像产生模块组成，所述的数据处理模块首先从文件中导入所述的射频数据，然后寻找各帧图像之间的分隔点和每帧图像中的声束，最后运用希尔伯特变换(Hilbert Transform)寻找包络线，得到解析信号，所述的图像产生模块首先对图像的参数进行设置，然后对所述的解析信号进行对数变换，然后将数据转化为灰度阶，并进行插值来改善图像清晰度，最后将数据显示成图像。

[0011] 在进行图像采集时，首先超声探头中的一组单元阵列在测量区域产生超声波并接收所述的示踪粒子反射的回波信号生成超声图像中的一列。然后下一组新的单元阵列按照该方式继续采样生成超声图像的第二列，以同样方式依次扫描，直至所有超声单元阵列扫描完待测微通道。最后，将得到的扫描线按照采样的时间顺序进行组合，得到一张合成超声粒子图像。

[0012] 在进行微通道内气液两相流流型检测时，首先在待测微通道内流体中散布示踪粒子，然后通过计算机模块控制的超声设备产生激励信号，触发超声探头发射超声波。待测流场内的示踪粒子被超声照射后产生背向散射射频信号并被超声探头接收。超声设备接收到的超声射频信号产生的电压信号经信号处理模块转换最终通过数据存储模块存储为射频数据。软件模块提取射频数据并重建生成灰度模式的粒子图像。通过粒子图像可以得出微通道内气液两相流流型。

[0013] 本发明的有益效果：

1、超声的频带范围宽，可以实现微通道内流型检测；

2、采用线阵超声探头逐列扫描待测流场，其超声分辨率远远高于其它形式的超声探头；

3、超声波在介质中的穿透性较强，可以检测不透明微通道内流型；

4、超声探头价格便宜并且具有较强的抗污染能力，可直接安装在微通道外，实现非接触测量，不影响微通道内流动；

5、超声探头可以安装在微通道外不同位置，可以较全面的检测微通道内的流型。

## 附图说明

[0014] 图 1 本发明基于超声成像技术的微通道内气液两相流流型识别系统图。

[0015] 图中，1. 计算机；2. 超声设备；3. 信号处理模块；4. 存储模块；5. 超声探头；6. 微通道进口；7. 微通道；8. 示踪粒子；9. 微通道出口。

## 具体实施方式

[0016] 下面结合附图说明和具体实施方式对本发明进一步说明。

[0017] 如图 1 所示，一种基于超声成像技术的微通道内气液两相流流型检测装置。包括计算机 1、超声设备 2、超声探头 5、示踪粒子 8、信号处理模块 3、数据存储模块 4 和软件模

块。计算机 1 通过数据线和超声设备 2 相连,超声设备 2 连接有超声探头 5,超声探头 5 置于微通道 7 外,示踪粒子 8 分布在微通道 7 内液体中,超声设备 2 还与信号处理模块 3 连接,信号处理模块 3 与数据存储模块 4 相连。

[0018] 在进行微通道内气液两相流流型检测时,首先在待测微通道 7 内流体中散布示踪粒子 8,然后通过计算机 1 控制超声设备 2 产生激励信号,触发超声探头 5 发射超声波。待测流场内的示踪粒子 8 被超声照射后产生背向散射射频信号并被超声探头 5 接收。

[0019] 在进行图像采集时,首先超声探头 5 中的一组单元阵列在测量区域产生超声波并接收示踪粒子 8 反射的回波信号生成超声图像中的一列。然后下一组新的单元阵列按照该方式继续采样生成超声图像的第二列,以同样方式依次扫描,直至所有超声单元阵列扫描完待测微通道 7。超声设备 2 接收到的超声射频信号产生的电压信号经信号处理模块 3 转换最终通过所述的数据存储模块 4 存储为射频数据。软件模块提取射频数据,将得到的扫描线按照采样的时间顺序进行组合,得到一张合成超声粒子图像。通过粒子图像可以得出微通道内气液两相流流型。

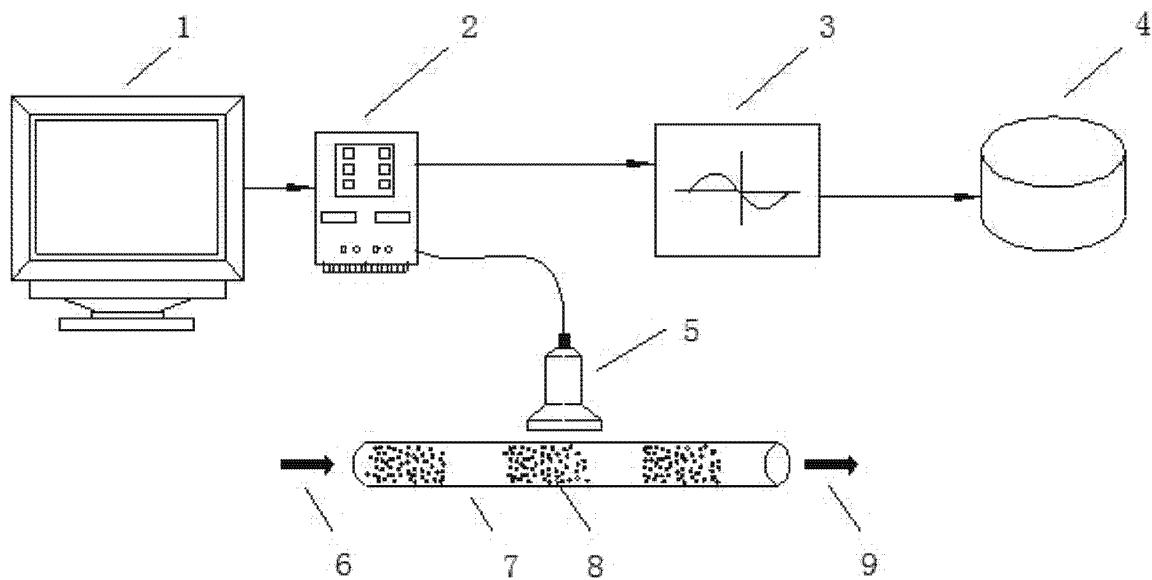


图 1