

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 8 月 6 日 (06.08.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/155084 A1

(51) 国际专利分类号:
G01F 1/66 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/074367

(22) 国际申请日: 2019 年 2 月 1 日 (01.02.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 深圳市汇顶科技股份有限公司 (SHENZHEN GOODIX TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区腾飞工业大厦B座13层, Guangdong 518045 (CN)。

(72) 发明人: 张镕谕 (CHANG, Jung-Yu); 中国广东省深圳市福田区腾飞工业大厦B座13层, Guangdong 518045 (CN)。

(74) 代理人: 北京天驰君泰律师事务所 (TIAN TAI LAW FIRM); 中国北京市朝阳区北辰东路8号汇宾大厦6层, Beijing 100101 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: SIGNAL PROCESSING CIRCUIT, AND RELATED CHIPS, FLOW METERS AND METHODS

(54) 发明名称: 信号处理电路以及相关芯片、流量计及方法

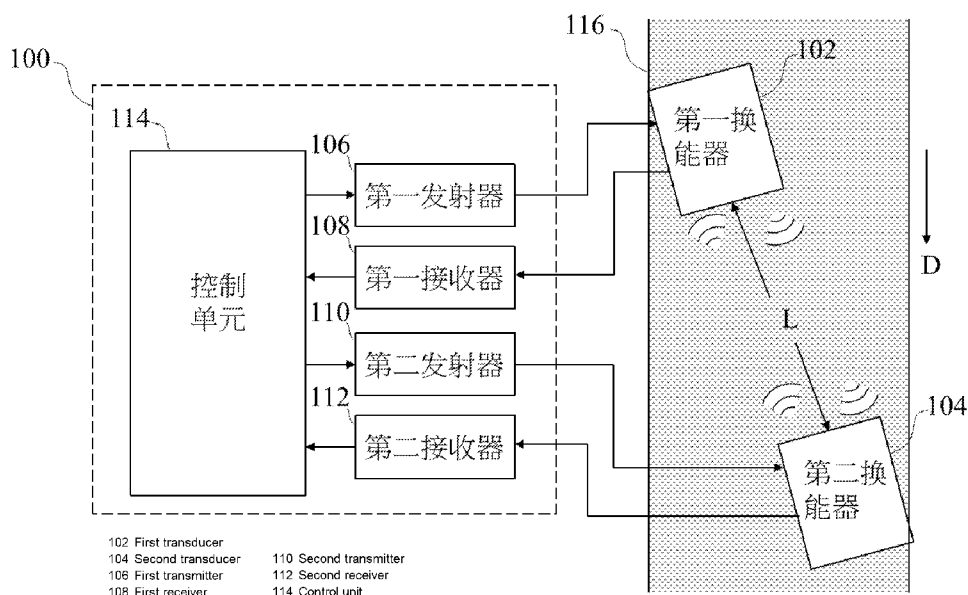


图1

(57) Abstract: Disclosed is a signal processing circuit (100) coupled to a first transducer (102) and a second transducer (104), wherein the distance between the first transducer and the second transducer is greater than zero, and a fluid having a flow rate sequentially flows through the first transducer and the second transducer. The signal processing circuit comprises a first transmitter (106) coupled to the first transducer; a first receiver (108) coupled to the first transducer; a second transmitter (110) coupled to the second transducer; a second receiver (112) coupled to the second transducer; and a control unit (114) coupled to the first transmitter, the first receiver, the



(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

second transmitter, and the second receiver. The present application further provides related chips, flow meters and methods.

(57) 摘要: 本申请公开了一种信号处理电路(100), 耦接至第一换能器(102)和第二换能器(104), 其中所述第一换能器和所述第二换能器之间具有大于零的距离, 且具有流速的流体依序流经所述第一换能器和所述第二换能器, 所述信号处理电路包括: 第一发射器(106), 耦接至所述第一换能器; 第一接收器(108), 耦接至所述第一换能器; 第二发射器(110), 耦接至所述第二换能器; 第二接收器(112), 耦接至所述第二换能器; 以及控制单元(114), 耦接至所述第一发射器、所述第一接收器、所述第二发射器以及所述第二接收器。本申请另提供相关芯片、流量计及方法。

信号处理电路以及相关芯片、流量计及方法

技术领域

5 本申请涉及一种信号处理电路以及相关芯片、流量计及方法。

背景技术

 超声波流量计(ultrasonic flow meter)为常用的一种流量计，流量计广泛地应用在侦测流体的流速，相较于其他类的流量计，
10 超声波流量计在压力损耗、最低可侦测流量及安装成本等方面，都占有较大的优势，但准确度仍有待提升，需要进一步改良及创新。

发明内容

 本申请的目的之一在于公开一种信号处理电路以及相关芯片、
15 流量计及方法，来解决上述问题。

 本申请的一实施例公开了一种信号处理电路，耦接至第一换能器和第二换能器，其中所述第一换能器和所述第二换能器之间具有大于零的距离，且具有流速的流体依序流经所述第一换能器和所述第二换能器，所述信号处理电路包括：第一发射器，耦接至所述第一换能器；第一接收器，耦接至所述第一换能器；第二发射器，耦接至所述第二换能器；第二接收器，耦接至所述第二换能器；以及控制单元，耦接至所述第一发射器、所述第一接收器、所述第二发射器以及所述第二接收器，所述控制单元用以：在初始阶段时用以得到对应至少两个温度的至少两个第一参数、对应所述至少两个温度的至少两个第二参数以及所述距离；以及在一般阶段时依据所述
20 至少两个第一参数、所述至少两个第二参数以及所述距离得到所述
25

流速；其中所述至少两个第一参数相关于所述距离以及对应当下温度的当下声速；所述至少两个第二参数相关于所述第一发射器、所述第一接收器、所述第二发射器、所述第二接收器、所述第一换能器以及所述第二换能器的延迟时间。

5 本申请的一实施例公开了一种芯片，包括所述信号处理电路。

本申请的一实施例公开了一种流量计，包括所述信号处理电路；所述第一换能器；以及所述第二换能器；其中所述信号处理电路。耦接至所述第一换能器和所述第二换能器。

10 本申请的一实施例公开了一种信号处理方法，用于控制第一发射器、第一接收器、第二发射器以及第二接收器，所述第一发射器和所述第一接收器耦接至第一换能器，所述第二发射器和所述第二接收器耦接至第二换能器，其中所述第一换能器和所述第二换能器之间具有大于零的距离，且具有流速的流体依序流经所述第一换能器和所述第二换能器，所述信号处理方法包括：在初始阶段时用以
15 得到对应至少两个温度的至少两个第一参数、对应所述至少两个温度的至少两个第二参数以及所述距离；在一般阶段时依据所述至少两个第一参数、所述至少两个第二参数以及所述距离得到所述流速；其中所述至少两个第一参数相关于所述距离以及对应当下温度的当下声速；所述至少两个第二参数相关于所述第一发射器、所述第一接收器、所述第二发射器、所述第二接收器、所述第一换能器以及
20 所述第二换能器的延迟时间。

本申请所公开的用于处理换能器接收信号的信号处理电路以及相关芯片、流量计及方法能增加流量计的精准度。

25 附图说明

图 1 为本申请信号处理电路应用于流量计的实施例的示意图。

图 2 为本申请控制单元计算流速的实施例的流程图。

图 3 为本申请控制单元在所述初始阶段得到所述至少两个第一参数以及所述至少两个第二参数的第一实施例的流程图。

图 4 为本申请控制单元在所述初始阶段得到所述距离的第一实施例的流程图。

- 5 图 5 为本申请控制单元在所述一般阶段依据所述至少两个第一参数、所述至少两个第二参数以及所述距离得到流速的第一实施例的流程图。

图 6 为本申请控制单元在所述初始阶段得到所述至少两个第二参数的第二实施例的流程图。

- 10 图 7 为本申请控制单元在所述初始阶段得到所述至少两个第一参数的第二实施例的流程图。

图 8 为本申请控制单元在所述初始阶段得到所述距离的第二实施例的流程图。

- 15 图 9 为本申请控制单元在所述一般阶段依据所述至少两个第一参数、所述至少两个第二参数以及所述距离得到流速的第二实施例的流程图。

其中，附图标记说明如下：

100	信号处理电路
102、104	换能器
106、110	发射器
108、112	接收器
114	控制单元
200、300、400、500	流程
202~216、302~312、402~422、 502~514	步骤

具体实施方式

以下揭示内容提供了多种实施方式或例示，其能用以实现本揭示内容的不同特征。下文所述之组件与配置的具体例子系用以简化本揭示内容。当可想见，这些叙述仅为例示，其本意并非用于限制本揭示内容。举例来说，在下文的描述中，将一第一特征形成于一第二特征上或之上，可能包括某些实施例其中所述的第一与第二特征彼此直接接触；且也可能包括某些实施例其中还有额外的组件形成于上述第一与第二特征之间，而使得第一与第二特征可能没有直接接触。此外，本揭示内容可能会在多个实施例中重复使用组件符号和/或标号。此种重复使用乃是基于简洁与清楚的目的，且其本身不代表所讨论的不同实施例和/或组态之间的关系。

再者，在此处使用空间上相对的词汇，譬如「之下」、「下方」、「低于」、「之上」、「上方」及与其相似者，可能是为了方便说明图中所绘示的一组件或特征相对于另一或多个组件或特征之间的关系。这些空间上相对的词汇其本意除了图中所绘示的方位之外，还涵盖了装置在使用或操作中所处的多种不同方位。可能将所述设备放置于其他方位（如，旋转 90 度或处于其他方位），而这些空间上相对的描述词汇就应该做相应的解释。

虽然用以界定本申请较广范围的数值范围与参数皆是约略的数值，此处已尽可能精确地呈现具体实施例中的相关数值。然而，任何数值本质上不可避免地含有因个别测试方法所致的标准偏差。在此处，「约」通常系指实际数值在一特定数值或范围的正负 10%、5%、1%或 0.5%之内。或者是，「约」一词代表实际数值落在平均值的可接受标准误差之内，视本申请所属技术领域中具有通常知识者的考虑而定。当可理解，除了实验例之外，或除非另有明确的说明，此处所用的所有范围、数量、数值与百分比（例如用以描述材料用量、时间长短、温度、操作条件、数量比例及其他相似者）均经过「约」的修饰。因此，除非另有相反的说明，本说明书与附随申请专利范围所揭示的数值参数皆为约略的数值，且可视需求而更动。至少应

将这些数值参数理解为所指出的有效位数与套用一般进位法所得到的数值。在此处，将数值范围表示成由一端点至另一端点或介于二端点之间；除非另有说明，此处所述的数值范围皆包括端点。

本申请提供了一种信号处理电路 100 用以计算当下流速 v ，本
5 申请还提供了一种芯片，其包括信号处理电路 100 或信号处理电路 200。在某些实施例中，信号处理电路 100/200 可应用于传感器装置，举例来说，本申请还提供了一种流量计，其包括信号处理电路 100/200 以及换能器 102。举例来说，上述流量计可用于感测气体、液体的流速及/或流量的感测，但本申请不以此为限。

10 图 1 为本申请信号处理电路 100 应用于流量计的实施例的示意图。信号处理电路 100 耦接至第一换能器 102 和第二换能器 104。换能器是将一种形式的能量转化成另一种形式的器件。这些能量形式可能包括电能、机械能、电磁能、光能、化学能、声能和热能等，本申请并不多做限制，换能器可包括任何能够转化能量的器件。

15 第一换能器 102 和第二换能器 104 安装于管路 116 中，且第一换能器 102 的发射方向面对第二换能器 104；第二换能器 104 的发射方向面对第一换能器 102。第一换能器 102 和第二换能器 104 之间的距离为 L ，且 L 大于零。具有流速 v 的流体（例如液体或是气体）沿管路 116 的设置方向 D 依序流过第一换能器 102 和第二换能器 104。
20

信号处理电路 100 包括第一发射器 106 和第一接收器 108 皆耦接至第一换能器 102，第二发射器 110 和第二接收器 112 皆耦接至第二换能器 104。信号处理电路 100 另包括控制单元 114 耦接至第一发射器 106、第一接收器 108、第二发射器 110 以及第二接收器
25 112。信号处理电路 100 用来依据从第一换能器 102 和第二换能器 104 得到的结果来产生流速 v 。

图 2 为本申请控制单元 114 计算流速 v 的实施例的流程图。在步骤 200/400 中，控制单元 114 用以在初始阶段时得到对应至少两个温度的至少两个第一参数（ L/c ， c 为当下声速，值会受温度影

响)、对应所述至少两个温度的至少两个第二参数 ($t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$, 其中, t_{TX2} 为第二发射器 110 以及第二换能器 104 在发射信号时的延迟时间, t_{RX21} 为来自第二发射器 110 的信号在被第一换能器 102 以及第一接收器 108 接收时的延迟时间, t_{TX1} 为第一发射器 106 以及第一换能器 102 在发射信号时的延迟时间, t_{RX12} 为来自第一发射器 106 的信号在被第二换能器 104 以及第二接收器 112 接收时的延迟时间, 以上值皆会受温度影响) 以及距离 L 。本实施例中采用所述至少两个温度仅为示例性质, 一般来说, 取样的温度的数目越多, 涵盖的范围越大、越密, 则越理想。举例来说, 控制单元 114 可以在十个不同温度 (15°C 、 16°C 、 17°C 、 18°C 、 19°C 、 20°C 、 21°C 、 22°C 、 23°C 、 24°C) 之下分别计算对应所述十个温度的十个第一参数和十个第二参数。所述至少两个温度的间距也没有限制, 举例来说, 十个不同温度也可以是 15.1°C 、 16.5°C 、 17.8°C 、 18.2°C 、 19.7°C 、 20.5°C 、 21.4°C 、 22.6°C 、 23.9°C 、 24.1°C)。

在步骤 300/500 中, 控制单元 114 用以在一般阶段时依据所述至少两个第一参数、所述至少两个第二参数以及距离 L 得到流速 v 。所述一般阶段是在所述初始阶段以外的阶段, 具体来说, 所述一般阶段中, 信号处理电路 100 可以用来量测流体依序流经第一换能器 102 和第二换能器 104 的流速 v 。具体来说, 控制单元 114 可以利用查表的方式从所述至少两个第一参数中得到对应的第一参数以及第二参数, 且不须判断当下温度 T , 因此可以免除因温度传感器造成的误差, 提高测量流速时的精准度。应注意的是, 流程 200 和流程 400 可互相替换; 流程 300 和流程 500 可互相替换。

图 3 到图 4 为本申请控制单元 114 在所述初始阶段得到所述至少两个第一参数、所述至少两个第二参数以及距离 L 的第一实施例的流程图。此时的流速 v 可以被控制, 故为已知值。首先, 在图 3 的步骤 202 到步骤 210 为所述流量计在所述初始阶段时得到对应至少两个温度的至少两个第一参数以及对应所述至少两个温度的至少两个第二参数的步骤。

在步骤 202 中，管路 116 中的所述流体的流速 v 被控制在 0，也就是所述流体并没有流动。控制单元 114 产生第一信号，并判断所述第一信号经过第一发射器 106 和第一换能器 102 直接触发第二换能器 104 后再经过第二接收器 112 的第一延迟时间 $TM12$ ，可以用以下的方程式表示：

$$TM12 = t_{TX1} + t_{RX12} + t_{12} = t_{TX1} + t_{RX12} + L/c \quad (1)$$

其中， t_{12} 为信号（例如所述第一信号）从第一换能器 102 到第二换能器 104 的时间。

接着，在步骤 204 中，管路 116 中的所述流体的流速 v 依然被控制在零，控制单元 114 产生第二信号，并判断所述第二信号经过第一发射器 106 和第一换能器 102 到第二换能器 104 并反弹回第一换能器 102，再反弹回第二换能器 104，再经过第二换能器 104 和第二接收器 112 的第二延迟时间 $TE12$ ，可以用以下的方程式表示：

$$TE12 = t_{TX1} + t_{RX12} + t_{12} + t_{21} + t_{12} = t_{TX1} + t_{RX12} + 3 * L/c \quad (2)$$

于是依据(1)和(2)可以得到第一参数 L/c ：

$$L/c = (TE12 - TM12)/2 \quad (3)$$

接着，在步骤 206 中，管路 116 中的所述流体的流速 v 依然被控制在零，控制单元 114 产生第三信号，并判断所述第三信号经过第二发射器 110 和第二换能器 104 到第一换能器 102 再经过第一接收器 108 的第三延迟时间 $TM21$ ，可以用以下的方程式表示：

$$TM21 = t_{TX2} + t_{RX21} + t_{21} = t_{TX2} + t_{RX21} + L/c \quad (4)$$

依据(1)和(4)可以得到第二参数 $t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$ ：

$$TM21 - TM12 = t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12} \quad (5)$$

于是在步骤 208 中，便可依据第一延迟时间 $TM12$ 和第二延迟时间 $TE12$ 从(3)得到所述第一参数；以及在步骤 210 中，便可依据第一延迟时间 $TM12$ 和第三延迟时间 $TM21$ 从(5)得到所述第二参数。

藉由在所述至少两个温度下重复执行步骤 202 到步骤 210，控制单元 114 便可得到对应所述至少两个温度的至少两个第一参数和至少两个第二参数，控制单元 114 并可将所述至少两个第一参数和至少两个第二参数储存起来，供后续所述一般阶段的查表使用。

5 在图 4 的步骤 212 到步骤 216 为所述流量计在所述初始阶段时得到距离 L 的步骤，具体来说，在所述至少两个温度下的其中之一温度下，利用信号处理电路 100 得到第一换能器 102 和第二换能器 104 之间的距离 L，虽然第一换能器 102 和第二换能器 104 为预先设置，但距离 L 难免会有误差，故藉由步骤 212 到步骤 216，可以
10 得到精确的距离 L 以利所述一般阶段时对流速 v 进行估算。

在步骤 212 中，所述流体的流速 v 被控制在大于零的第一特定流速 v_{s1} ，控制单元 114 产生第四信号，并判断所述第四信号经过第一发射器 106 和第一换能器 102 直接触发第二换能器 104 后再经过第二接收器 112 的第四延迟时间 $TM12_{vs1}$ ，可以用以下的方程式
15 表示：

$$TM12_{vs1} = t_{TX1} + t_{RX12} + L/(c + v_{s1}) \quad (6)$$

在步骤 214 中，所述流体的流速 v 仍然被控制在大于零的第一特定流速 v_{s1} ，控制单元 114 产生第五信号，并判断所述第五信号经过第二发射器 110 和第二换能器 104 直接触发第一换能器 102 后
20 再经过第一接收器 108 的第五延迟时间 $TM21_{vs1}$ ，可以用以下的方程式表示：

$$TM21_{vs1} = t_{TX2} + t_{RX21} + L/(c - v_{s1}) \quad (7)$$

于是，依据(6)和(7)可以得到：

$$L \approx 2 * v_{s1} * TM12_{vs1} * TM21_{vs1} / ((TM21_{vs1} - TM12_{vs1}) - (t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12})) \quad (8)$$

由于此时在所述至少两个温度下的其中之一温度下进行量测，故应可同时量测对应所述温度的第二参数 $t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$ ，或是此步骤可在步骤 210 后紧接进行，即可直接使用步骤 210 所得

到的第二参数 $t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$ ，换言之，此时的 $t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$ 为已知值。因此，在步骤 216 中，便可依据第一特定流速 v_{s1} 、所述至少两个第二参数中对应所述至少两个温度下的所述其中之一温度的第二参数、第四延迟时间 $TM12_{vs}$ 和第五延迟时间 $TM21_{vs}$ 来从(8)得到距离 L 。

图 5 为本申请控制单元 114 在所述一般阶段依据所述至少两个第一参数、所述至少两个第二参数以及距离 L 得到流速 v 的第一实施例的流程图。此时的流速 v 和温度 T 皆为未知值。

在步骤 302 中，控制单元 114 产生第六信号，并判断所述第六信号经过第一发射器 106 和第一换能器 102 直接触发第二换能器 104 后再经过第二接收器 112 的第六延迟时间 $TM12_v$ ，可以用以下的方程式表示：

$$TM12_v = t_{TX1} + t_{RX12} + t_{12} = t_{TX1} + t_{RX12} + L/(c + v) \quad (9)$$

在步骤 304 中，控制单元 114 产生第七信号，并判断所述第七信号经过第一发射器 106 和第一换能器 102 到第二换能器 104 并反弹回第一换能器 102，再反弹回第二换能器 104 后再经过第二接收器 112 的第七延迟时间 $TE12_v$ ，可以用以下的方程式表示：

$$TE12_v = t_{TX1} + t_{RX12} + t_{12} + t_{21} + t_{12} = t_{TX1} + t_{RX12} + L/(c + v) + L/(c - v) + L/(c + v) \quad (10)$$

在步骤 306，控制单元 114 产生第八信号，并判断所述第八信号经过第二发射器 110 和第二换能器 104 直接触发第一换能器 102 后再经过第一接收器 108 的第八延迟时间 $TM21_v$ ，可以用以下的方程式表示：

$$TM21_v = t_{TX2} + t_{RX21} + L/(c - v) \quad (11)$$

将(9)减去(11)可以得到：

$$TE12_v - TM12_v \approx 2 * L/c \quad (12)$$

于是，在步骤 308 中，便可依据第六延迟时间 $TM12_v$ 和第七延

迟时间 TE_{12_v} 从(12)得到目前温度 T 下的第一因子 L/c 。

在步骤 310 中，从流程 200/400 所储存的所述至少两个第一参数中找出最接近步骤 308 计算出的第一因子 L/c 的第一参数以及对应的第二参数。

5 再依据(9)和(10)可以得到流速 v 的方程式：

$$v \approx (L/2) * (TM_{21_v} - TM_{12_v} - (t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12})) / (TM_{12_v} * TM_{21_v}) \quad (13)$$

因此，在步骤 312 中，便可依据流程 200 所得到的距离 L 和步骤 310 查表得到的对应当下温度 T 的第二参数 $t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$ 、以及第六延迟时间 TM_{12_v} 和第八延迟时间 TM_{21_v} 来从(13)得到当下的流速 v 。

图 6 到图 8 为本申请控制单元 114 在所述初始阶段得到所述至少两个第一参数、所述至少两个第二参数以及距离 L 的第二实施例的流程图。此时的流速 v 可以被控制，故为已知值。首先，在图 6 的步骤 402 到图 7 的步骤 416 为所述流量计在所述初始阶段时得到对应至少两个温度的至少两个第一参数以及对应所述至少两个温度的至少两个第二参数的步骤。

在步骤 402 中，管路 116 中的所述流体的流速 v 被控制在 0，也就是所述流体并没有流动。控制单元 114 产生第九信号，并判断所述第九信号经过第一发射器 106 和第一换能器 102 直接触发第二换能器 104 后再经过第二接收器 112 的第九延迟时间 TM_{12} （实质上同(1)），可以用以下的方程式表示：

$$TM_{12} = t_{TX1} + t_{RX12} + t_{12} = t_{TX1} + t_{RX12} + L/c \quad (14)$$

接着，在步骤 404 中，管路 116 中的所述流体的流速 v 依然被控制在零，控制单元 114 产生第十信号，并判断所述第十信号经过第二发射器 110 和第二换能器 104 到第一换能器 102 再经过第一接收器 108 的第十延迟时间 TM_{21} （实质上同(4)），可以用以下的方程式表示：

$$TM21 = t_{TX2} + t_{RX21} + t_{21} = t_{TX2} + t_{RX21} + L/c \quad (15)$$

依据(14)和(15)可以得到第二参数 $t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$:

$$TM21 - TM12 = t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12} \quad (16)$$

于是在步骤 406 中, 便可依据第九延迟时间 TM12 和第十延迟
5 时间 TM21 从(16)得到所述第二参数。

在步骤 408 中, 管路 116 中的所述流体的流速 v 被控制在第二
流速 $vs2$, 第二特定流速 vs 可以大于或等于零, 当第二特定流速
 vs 等于零时, 会比第二特定流速 vs 大于零时得到更准确的所述第
10 一参数。控制单元 114 产生第十一信号, 并判断所述第十一信号经
过第一发射器 106 和第一换能器 102 直接触发第二换能器 104 后再
经过第二接收器 112 的第十一延迟时间 $TM12_{vs2}$, 可以用以下的方
程式表示:

$$TM12_{vs2} = t_{TX1} + t_{RX12} + t_{12} = t_{TX1} + t_{RX12} + L/(c + vs2) \quad (17)$$

在步骤 410 中, 管路 116 中的所述流体的流速 v 仍然被控制在
15 第二流速 $vs2$ 。控制单元 114 产生第十二信号, 并判断所述第十二
信号经过第二发射器 110 和第二换能器 104 直接触发第一换能器
102 后再经过第一接收器 108 的第十二延迟时间 $TM21_{vs2}$, 可以用
以下的方程式表示:

$$TM21_{vs2} = t_{TX2} + t_{RX21} + t_{21} = t_{TX2} + t_{RX21} + L/(c - vs2) \quad (18)$$

20 在步骤 412 中, 管路 116 中的所述流体的流速 v 仍然被控制在
第二流速 $vs2$ 。控制单元 114 产生第十三信号, 并判断所述第十三
信号经过第一发射器 106 和第一换能器 102 到第二换能器 104 并反
弹回第一换能器 102, 再经过第一换能器 102 和第一接收器 108 的
第十三延迟时间 $TE11_{vs2}$, 可以用以下的方程式表示:

$$25 \quad TE11_{vs2} = t_{TX1} + t_{RX11} + t_{12} + t_{21} = t_{TX1} + t_{RX11} + L/(c + vs2) + \\ L/(c - vs2) \quad (19)$$

在步骤 414 中, 管路 116 中的所述流体的流速 v 仍然被控制在

第二流速 v_{s2} 。控制单元 114 产生第十四信号，判断所述第十四信号经过第二发射器 110 和第二换能器 104 到第一换能器 102 并反弹回第二换能器 104，再经过第二换能器 104 和第二接收器 112 的第十四延迟时间 $TE22_{vs2}$ ，可以用以下的方程式表示：

$$5 \quad TE22_{vs2} = t_{TX2} + t_{RX22} + t_{21} + t_{12} = t_{TX2} + t_{RX22} + L/(c - v_{s2}) + L/(c + v_{s2}) \quad (20)$$

依据(17)和(19)可以得到：

$$TE11_{vs2} - TM12_{vs2} = t_{RX11} - t_{RX12} + L/(c - v_{s2}) \quad (21)$$

依据(18)和(20)可以得到：

$$10 \quad TE22_{vs2} - TM21_{vs2} = t_{RX22} - t_{RX21} + L/(c + v_{s2}) \quad (22)$$

依据(21)和(22)可以得到：

$$2 * L/c \approx TE11_{vs2} - TM12_{vs2} + TE22_{vs2} - TM21_{vs2} \quad (23)$$

于是，在步骤 416 中，便可依据第十一延迟时间 $TM12_{vs2}$ 、第十二延迟时间 $TM21_{vs2}$ 、第十三延迟时间 $TE11_{vs2}$ 以及第十四延迟
15 时间 $TE22_{vs2}$ 得到所述第一参数 L/c 。

藉由在所述至少两个温度下重复执行步骤 402 到步骤 416，控制单元 114 便可得到对应所述至少两个温度的至少两个第一参数和至少两个第二参数，控制单元 114 并可将所述至少两个第一参数和至少两个第二参数储存起来，供后续所述一般阶段的查表使用。

20 在图 8 的步骤 418 到步骤 422 为所述流量计在所述初始阶段时得到距离 L 的步骤，具体来说，在所述至少两个温度下的其中之一温度下，利用信号处理电路 100 得到第一换能器 102 和第二换能器 104 之间的距离 L ，虽然第一换能器 102 和第二换能器 104 为预先设置，但距离 L 难免会有误差，故藉由步骤 418 到步骤 422，可以
25 得到精确的距离 L 以利所述一般阶段时对流速 v 进行估算。

在步骤 418 中，所述流体的流速 v 被控制在大于零的第三特定流速 v_{s3} ，控制单元 114 产生第十五信号，判断所述第十五信号经

过第一发射器 106 和第一换能器 102 直接触发第二换能器 104 后再经过第二接收器 112 的第十五延迟时间 $TM12_{vs3}$ ，可以用以下的方程式表示：

$$TM12_{vs3} = t_{TX1} + t_{RX12} + L/(c + vs3) \quad (24)$$

5 在步骤 420 中，所述流体的流速 v 仍然被控制在大于零的第三特定流速 $vs3$ ，控制单元 114 产生第十六信号，并判断所述第十六信号经过第二发射器 110 和第二换能器 104 直接触发第一换能器 102 后再经过第一接收器 108 的第十六延迟时间 $TM21_{vs3}$ ，可以用以下的方程式表示：

$$10 \quad TM21_{vs3} = t_{TX2} + t_{RX21} + L/(c - vs2) \quad (25)$$

于是，依据(24)和(25)可以得到：

$$L \approx 2 * vs3 * TM12_{vs3} * TM21_{vs3} / ((TM21_{vs3} - TM12_{vs3}) - (t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12})) \quad (26)$$

15 由于此时在所述至少两个温度下的其中之一温度下进行量测，故应可同时量测对应所述温度的第二参数 $t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$ ，或是此步骤可在步骤 406 后紧接进行，即可直接使用步骤 406 所得到的第二参数 $t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$ ，换言之，此时的 $t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12}$ 为已知值。因此，在步骤 422 中，便可依据第三特定流速 $vs3$ 、所述至少两个第二参数中对应所述至少两个温度下的所述其中之一温度的第二参数、第十五延迟时间 $TM12_{vs3}$ 和第十六延迟时间 $TM21_{vs3}$ 来从(9)得到距离 L 。

图 9 为本申请控制单元 114 在所述一般阶段依据所述至少两个第一参数、所述至少两个第二参数以及距离 L 得到流速 v 的第二实施例的流程图。此时的流速 v 和温度 T 皆为未知值。

25 在步骤 502 中，控制单元 114 产生第十七信号，并判断所述第十七信号经过第一发射器 106 和第一换能器 102 直接触发第二换能器 104 后再经过第二接收器 112 的第十七延迟时间 $TM12_v$ ，可以用以下的方程式表示：

$$TM12_v = t_{TX1} + t_{RX12} + t_{12} = t_{TX1} + t_{RX12} + L/(c + v) \quad (27)$$

在步骤 504, 控制单元 114 产生第十八信号, 并判断所述第十八信号经过第二发射器 110 和第二换能器 104 直接触发第一换能器 102 后再经过第一接收器 108 的第十八延迟时间 $TM21_v$, 可以用以下的方程式表示:

$$TM21_v = t_{TX2} + t_{RX21} + t_{21} = t_{TX2} + t_{RX21} + L/(c - v) \quad (28)$$

在步骤 506 中, 控制单元 114 产生第十九信号, 并判断所述第十九信号经过第一发射器 106 和第一换能器 102 到第二换能器 104 并反弹回第一换能器 102, 再经过第一换能器 102 和第一接收器 108 的第十九延迟时间 $TE11_{vs2}$, 可以用以下的方程式表示:

$$TE11_v = t_{TX1} + t_{RX11} + t_{12} + t_{21} = t_{TX1} + t_{RX11} + L/(c + v) + L/(c - v) \quad (29)$$

在步骤 508 中, 控制单元 114 产生第二十信号, 判断所述第二十信号经过第二发射器 110 和第二换能器 104 到第一换能器 102 并反弹回第二换能器 104, 再经过第二换能器 104 和第二接收器 112 的第二十延迟时间 $TE22_{vs2}$, 可以用以下的方程式表示:

$$TE22_v = t_{TX2} + t_{RX22} + t_{21} + t_{12} = t_{TX2} + t_{RX22} + L/(c - v) + L/(c + v) \quad (30)$$

依据(27)和(29)可以得到:

$$TE11_v - TM12_v = t_{RX11} - t_{RX12} + L/(c - v) \quad (31)$$

依据(28)和(30)可以得到:

$$TE22_v - TM21_v = t_{RX22} - t_{RX21} + L/(c + v) \quad (32)$$

依据(31)和(32)可以得到:

$$2 * L/c \approx TE11_v - TM12_v + TE22_v - TM21_v \quad (33)$$

在步骤 510 中, 即可依据第十七延迟时间 $TM12_v$ 、第十八延迟时间 $TM21_v$ 、第十九延迟时间 $TE11_{vs2}$ 和第二十延迟时间 $TE22_{vs2}$

从(33)得到目前温度 T 下的第二因子 L/c 。

在步骤 512 中，从流程 200/400 所储存的所述至少两个第一参数中找出最接近步骤 510 计算出的第二因子 L/c 的第一参数以及对应的第二参数。

5 再依据(26)和(27)可以得到流速 v 的方程式（实质上同(13)）：

$$v \approx (L/2) * ((TM21_v - TM12_v) - (t_{TX2} + t_{RX21} - t_{TX1} - t_{RX12})) / (TM12_v * TM21_v) \quad (34)$$

因此，在步骤 514 中，便可依据流程 200/400 所得到的距离 L 和步骤 512 查表得到的对应当下温度 T 的第二参数 $t_{TX2} + t_{RX21} -$
 10 $t_{TX1} - t_{RX12}$ 、以及第十七延迟时间 $TM12_v$ 和第十八延迟时间 $TM21_v$ 来从公式(34)得到当下的流速 v 。

上文的叙述简要地提出了本申请某些实施例之特征，而使得本申请所属技术领域具有通常知识者能够更全面地理解本揭示内容的多种态样。本申请所属技术领域具有通常知识者当可明了，其可轻
 15 易地利用本揭示内容作为基础，来设计或更动其他工艺与结构，以实现与此处所述之实施方式相同的目的和/或达到相同的优点。本申请所属技术领域具有通常知识者应当明白，这些均等的实施方式仍属于本揭示内容之精神与范围，且其可进行各种变更、替代与更动，而不会悖离本揭示内容之精神与范围。

权利要求书

1. 一种信号处理电路，其特征在于，所述信号处理电路耦接至第一换能器和第二换能器，其中所述第一换能器和所述第二换能器之间具有大于零的距离，且具有流速的流体依序流经所述第一换能器和所述第二换能器，所述信号处理电路包括：
- 5 第一发射器，耦接至所述第一换能器；
第一接收器，耦接至所述第一换能器；
第二发射器，耦接至所述第二换能器；
第二接收器，耦接至所述第二换能器；以及
控制单元，耦接至所述第一发射器、所述第一接收器、所述第二
10 发射器以及所述第二接收器，所述控制单元用以：
在初始阶段时用以得到对应至少两个温度的至少两个第一参数、
对应所述至少两个温度的至少两个第二参数以及所述距离；
以及
在一般阶段时依据所述至少两个第一参数、所述至少两个第二
15 参数以及所述距离得到所述流速；
其中所述至少两个第一参数相关于所述距离以及对应当下温度的
当下声速；所述至少两个第二参数相关于所述第一发射器、
所述第一接收器、所述第二发射器、所述第二接收器、
所述第一换能器以及所述第二换能器的延迟时间。
- 20 2. 如权利要求 1 所述的信号处理电路，其特征在于，所述控制单元在所述初始阶段时进一步用以在所述至少两个温度下：
当所述流速为零时，产生第一信号，判断所述第一信号经过所述
第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器再经过所述
第二接收器的第一延迟时间；
25 当所述流速为零时，产生第二信号，判断所述第二信号经过所述
第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器并反弹回所述
第一换能器，再反弹回所述第二换能器，再经过所述第二
换能器和所述第二接收器的第二延迟时间；
当所述流速为零时，产生第三信号，判断所述第三信号经过所述
30 第二发射器和所述第二换能器到所述第一换能器再经过所述

第一接收器的第三延迟时间；
依据所述第一延迟时间和所述第二延迟时间得到所述第一参数；
以及
依据所述第一延迟时间和所述第三延迟时间得到所述第二参数。

- 5 3. 如权利要求 2 所述的信号处理电路，其特征在于，所述控制单元在所述初始阶段时进一步用以在所述至少两个温度下的其中之一温度下：
- 当所述流速为大于零的第一特定流速时，产生第四信号，判断所述第四信号经过所述第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器再经过所述第二接收器的第四延迟时间；
- 10 当所述流速为所述第一特定流速时，产生第五信号，判断所述第五信号经过所述第二发射器和所述第二换能器到所述第一换能器再经过所述第一接收器的第五延迟时间；以及
依据所述第一特定流速、所述至少两个第二参数中对应所述至少两个温度下的所述其中之一温度的第二参数、所述第四延迟时间和所述第五延迟时间得到所述距离。
- 15 4. 如权利要求 3 所述的信号处理电路，其特征在于，所述控制单元在所述一般阶段时进一步用以：
- 产生第六信号，判断所述第六信号经过所述第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器再经过所述第二接收器的第六延迟时间；
- 20 产生第七信号，判断所述第七信号经过所述第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器并反弹回所述第一换能器，再反弹回所述第二换能器，再经过所述第二换能器和所述第二接收器的第七延迟时间；
- 25 产生第八信号，判断所述第八信号经过所述第二发射器和所述第二换能器到所述第一换能器再经过所述第一接收器的第八延迟时间；
依据所述第六延迟时间和所述第七延迟时间得到第一因子；
- 30 从所述至少两个第一参数中找出最接近所述第一因子的第一参数

以及对应的第二参数；以及
依据所述距离、所述第六延迟时间、所述第八延迟时间和所述对应第二参数得到所述流速。

5. 如权利要求 1 所述的信号处理电路，其特征在于，所述控制单元在所述初始阶段时，进一步用以在所述至少两个温度下：

当所述流速为零时，产生第九信号，判断所述第九信号经过所述第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器再经过所述第二接收器的第九延迟时间；

当所述流速为零时，产生第十信号，判断所述第十信号经过所述第二发射器和所述第二换能器到所述第一换能器再经过所述第一接收器的第十延迟时间；以及

依据所述第九延迟时间和所述第十延迟时间得到所述第二参数。

6. 如权利要求 5 所述的信号处理电路，其特征在于，所述控制单元在所述初始阶段时进一步用以在所述至少两个温度下：

当所述流速为第二特定流速时，产生第十一信号，判断所述第十一信号经过所述第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器再经过所述第二接收器的第十一延迟时间；

当所述流速为所述第二特定流速时，产生第十二信号，判断所述第十二信号经过第二发射器和所述第二换能器到所述第一换能器再经过所述第一接收器的第十二延迟时间；

当所述流速为所述第二特定流速时，产生第十三信号，判断所述第十三信号经过所述第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器并反弹回所述第一换能器，再经过所述第一换能器和所述第一接收器的第十三延迟时间；

当所述流速为所述第二特定流速时，产生第十四信号，判断所述第十四信号经过所述第二发射器和所述第二换能器到所述第一换能器并反弹回所述第二换能器，再经过所述第二换能器和所述第二接收器的第十四延迟时间；以及

依据所述第十一延迟时间、所述第十二延迟时间、所述第十三延迟时间以及所述第十四延迟时间得到所述第一参数。

7. 如权利要求 6 所述的信号处理电路，其特征在于，所述第二特定流速大于或等于零。

8. 如权利要求 7 所述的信号处理电路，其特征在于，所述控制单元在所述初始阶段时进一步用以在所述至少两个温度下的其中之一温度下：

当所述流速为大于零的第三特定流速时，产生第十五信号，判断所述第十五信号经过所述第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器再经过所述第二接收器的第十五延迟时间；

当所述流速为所述第三特定流速时，产生第十六信号，判断所述第十六信号经过所述第二发射器和所述第二换能器到所述第一换能器再经过所述第一接收器的第十六延迟时间；以及依据所述第三特定流速、所述至少两个第二参数中对应所述至少两个温度下的所述其中之一温度的第二参数、所述第十五延迟时间和所述第十六延迟时间得到所述距离。

9. 如权利要求 8 所述的信号处理电路，其特征在于，所述控制单元在所述一般阶段时进一步用以：

产生第十七信号，判断所述第十七信号经过所述第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器再经过所述第二接收器的第十七延迟时间；

产生第十八信号，判断所述第十八信号经过所述第二发射器和所述第二换能器到所述第一换能器再经过所述第一接收器的第十八延迟时间；

产生第十九信号，判断所述第十九信号经过所述第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器并反弹回所述第一换能器，

再经过所述第一换能器和所述第一接收器的第十九延迟时间；产生第二十信号，判断所述第二十信号经过所述第二发射器和所述第二换能器到所述第一换能器并反弹回所述第二换能器，再经过所述第二换能器和所述第二接收器的第二十延迟时间；

依据所述第十七延迟时间、所述第十八延迟时间、所述第十九延迟时间和所述第二十延迟时间得到第二因子；

从所述至少两个第一参数中找出最接近所述第二因子的第一参数以及对应的第二参数；以及
依据所述距离、所述第十七延迟时间、所述第十八延迟时间和所述对应第二参数得到所述流速。

5 10. 一种芯片，其特征在于，包括：

如权利要求 1-9 任意一项所述的信号处理电路。

11. 一种流量计，其特征在于，包括：

如权利要求 1-9 任意一项所述的信号处理电路；

所述第一换能器；以及

10 所述第二换能器；

其中所述信号处理电路耦接至所述第一换能器和所述第二换能器。

12. 一种信号处理方法，其特征在于，所述信号处理方法用于控制
第一发射器、第一接收器、第二发射器以及第二接收器，所述第
一发射器和所述第一接收器耦接至第一换能器，所述第二发射器
15 和所述第二接收器耦接至第二换能器，其中所述第一换能器和所
述第二换能器之间具有大于零的距离，且具有流速的流体依序流
经所述第一换能器和所述第二换能器，所述信号处理方法包括：

在初始阶段时用以得到对应至少两个温度的至少两个第一参数、

对应所述至少两个温度的至少两个第二参数以及所述距离；

20 在一般阶段时依据所述至少两个第一参数、所述至少两个第二参
数以及所述距离得到所述流速；

其中所述至少两个第一参数相关于所述距离以及对应当下温度的

当下声速；所述至少两个第二参数相关于所述第一发射器、

所述第一接收器、所述第二发射器、所述第二接收器、所述

25 第一换能器以及所述第二换能器的延迟时间。

13. 如权利要求 12 所述的信号处理方法，其特征在于，所述信号
处理方法在所述初始阶段时进一步在所述至少两个温度下：

当所述流速为零时，产生第一信号，判断所述第一信号经过所述
第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器再经过所述

第二接收器的第一延迟时间；

当所述流速为零时，产生第二信号，判断所述第二信号经过所述
第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器并反弹回所
述第一换能器，再反弹回所述第二换能器，再经过所述第二
5 换能器和所述第二接收器的第二延迟时间；

当所述流速为零时，产生第三信号，判断所述第三信号经过所述
第二发射器和所述第二换能器到所述第一换能器再经过所述
第一接收器的第三延迟时间；

依据所述第一延迟时间和所述第二延迟时间得到所述第一参数；

10 以及

依据所述第一延迟时间和所述第三延迟时间得到所述第二参数。

14. 如权利要求 13 所述的信号处理方法，其特征在于，所述信号
处理方法在所述初始阶段时进一步在所述至少两个温度下的其中
之一温度下：

15 当所述流速为大于零的第一特定流速时，产生第四信号，判断所
述第四信号经过所述第一发射器和所述第一换能器到所述第
二换能器再经过所述第二接收器的第四延迟时间；

当所述流速为所述第一特定流速时，产生第五信号，判断所述第
五信号经过所述第二发射器和所述第二换能器到所述第一换
20 能器再经过所述第一接收器的第五延迟时间；以及

依据所述第一特定流速、所述至少两个第二参数中对应所述至少
两个温度下的所述其中之一温度的第二参数、所述第四延迟
时间和所述第五延迟时间得到所述距离。

15. 如权利要求 14 所述的信号处理方法，其特征在于，所述信号
25 处理方法在所述一般阶段时进一步：

产生第六信号，判断所述第六信号经过所述第一发射器和所述第
一换能器到所述第二换能器再经过所述第二接收器的第六延
迟时间；

产生第七信号，判断所述第七信号经过所述第一发射器和所述第
30 一换能器到所述第二换能器并反弹回所述第一换能器，再反

弹回所述第二换能器，再经过所述第二换能器和所述第二接收器的第七延迟时间；

产生第八信号，判断所述第八信号经过所述第二发射器和所述第二换能器到所述第一换能器再经过所述第一接收器的第八延迟时间；

依据所述第六延迟时间和所述第七延迟时间得到第一因子；

从所述至少两个第一参数中找出最接近所述第一因子的第一参数以及对应的第二参数；以及

依据所述距离、所述第六延迟时间、所述第八延迟时间和所述对应第二参数得到所述流速。

16. 如权利要求 12 所述的信号处理方法，其特征在于，所述信号处理方法在所述初始阶段时，进一步在所述至少两个温度下：

当所述流速为零时，产生第九信号，判断所述第九信号经过所述第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器再经过所述第二接收器的第九延迟时间；

当所述流速为零时，产生第十信号，判断所述第十信号经过所述第二发射器和所述第二换能器到所述第一换能器再经过所述第一接收器的第十延迟时间；以及

依据所述第九延迟时间和所述第十延迟时间得到所述第二参数。

17. 如权利要求 16 所述的信号处理方法，其特征在于，所述信号处理方法在所述初始阶段时进一步在所述至少两个温度下：

当所述流速为第二特定流速时，产生第十一信号，判断所述第十一信号经过所述第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器再经过所述第二接收器的第十一延迟时间；

当所述流速为所述第二特定流速时，产生第十二信号，判断所述第十二信号经过第二发射器和所述第二换能器到所述第一换能器再经过所述第一接收器的第十二延迟时间；

当所述流速为所述第二特定流速时，产生第十三信号，判断所述第十三信号经过所述第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器并反弹回所述第一换能器，再经过所述第一换能器

和所述第一接收器的第十三延迟时间；

当所述流速为所述第二特定流速时，产生第十四信号，判断所述第十四信号经过所述第二发射器和所述第二换能器到所述第一换能器并反弹回所述第二换能器，再经过所述第二换能器和所述第二接收器的第十四延迟时间；以及
依据所述第十一延迟时间、所述第十二延迟时间、所述第十三延迟时间以及所述第十四延迟时间得到所述第一参数。

18. 如权利要求 17 所述的信号处理方法，其特征在于，所述第二特定流速大于或等于零。

19. 如权利要求 18 所述的信号处理方法，其特征在于，所述信号处理方法在所述初始阶段时进一步在所述至少两个温度下的其中之一温度下：

当所述流速为大于零的第三特定流速时，产生第十五信号，判断所述第十五信号经过所述第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器再经过所述第二接收器的第十五延迟时间；

当所述流速为所述第三特定流速时，产生第十六信号，判断所述第十六信号经过所述第二发射器和所述第二换能器到所述第一换能器再经过所述第一接收器的第十六延迟时间；以及
依据所述第三特定流速、所述至少两个第二参数中对应所述至少两个温度下的所述其中之一温度的第二参数、所述第十五延迟时间和所述第六延迟时间得到所述距离。

20. 如权利要求 19 所述的信号处理方法，其特征在于，所述信号处理方法在所述一般阶段时进一步：

产生第十七信号，判断所述第十七信号经过所述第一发射器和所述第一换能器到所述第二换能器再经过所述第二接收器的第十七延迟时间；

产生第十八信号，判断所述第十八信号经过所述第二发射器和所述第二换能器到所述第一换能器再经过所述第一接收器的第十八延迟时间；

产生第十九信号，判断所述第十九信号经过所述第一发射器和所述
第一换能器到所述第二换能器并反弹回所述第一换能器，
再经过所述第一换能器和所述第一接收器的第十九延迟时间；
产生第二十信号，判断所述第二十信号经过所述第二发射器和所
述第二换能器到所述第一换能器并反弹回所述第二换能器，
5 再经过所述第二换能器和所述第二接收器的第二十延迟时间；
依据所述第十七延迟时间、所述第十八延迟时间、所述第十九延
迟时间和所述第二十延迟时间得到第二因子；
从所述至少两个第一参数中找出最接近所述第二因子的第一参数
10 以及对应的第二参数；以及
依据所述距离、所述第十七延迟时间、所述第十八延迟时间和所
述对应第二参数得到所述流速。

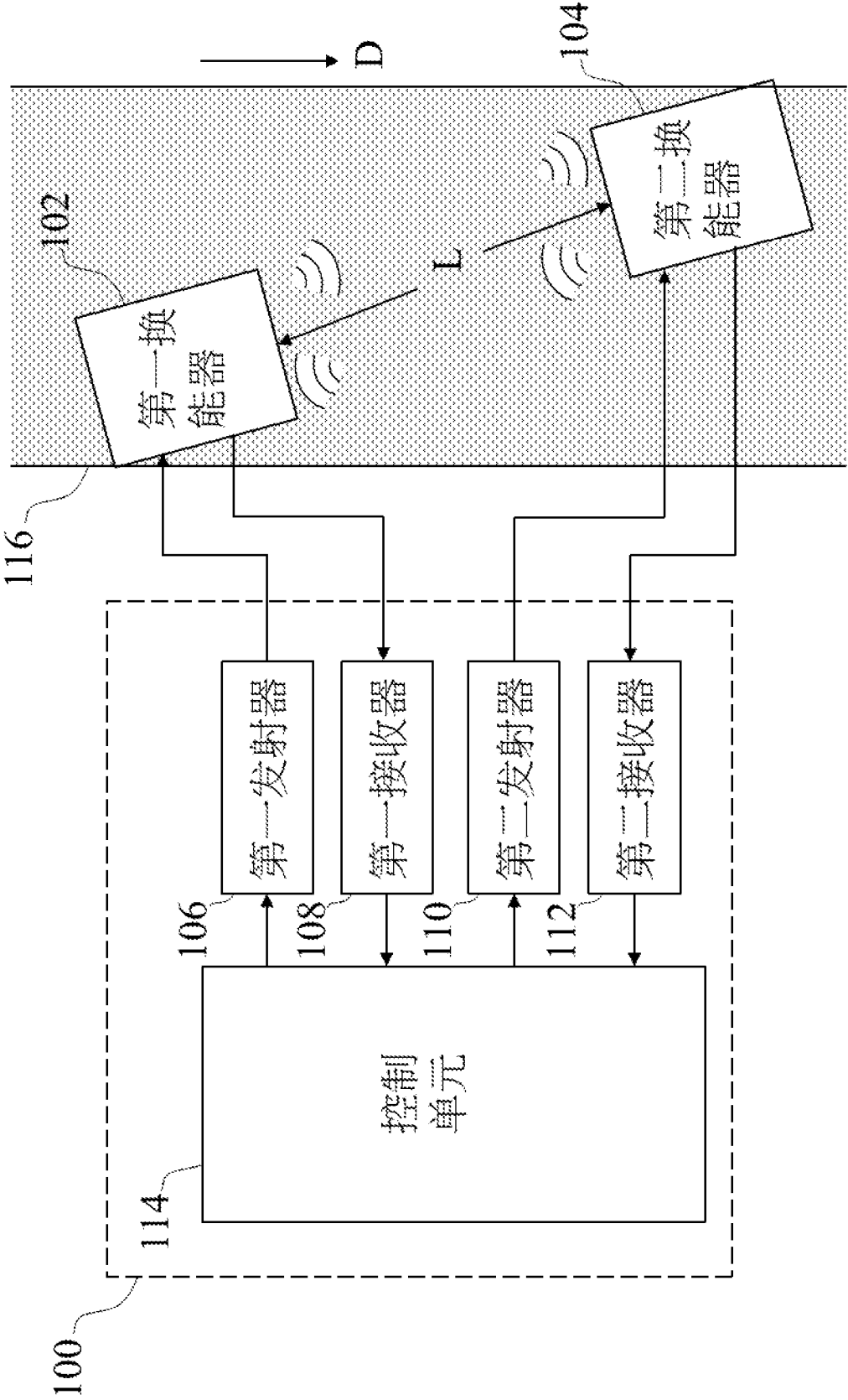


图1

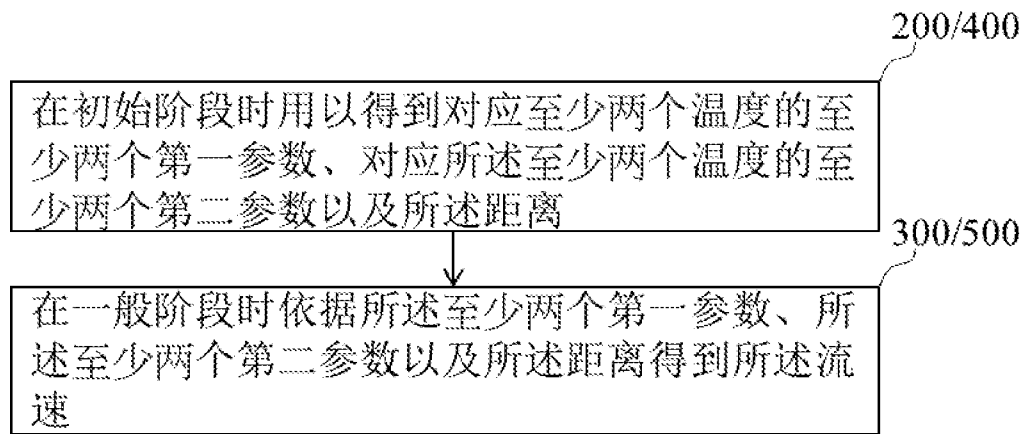


图2

200

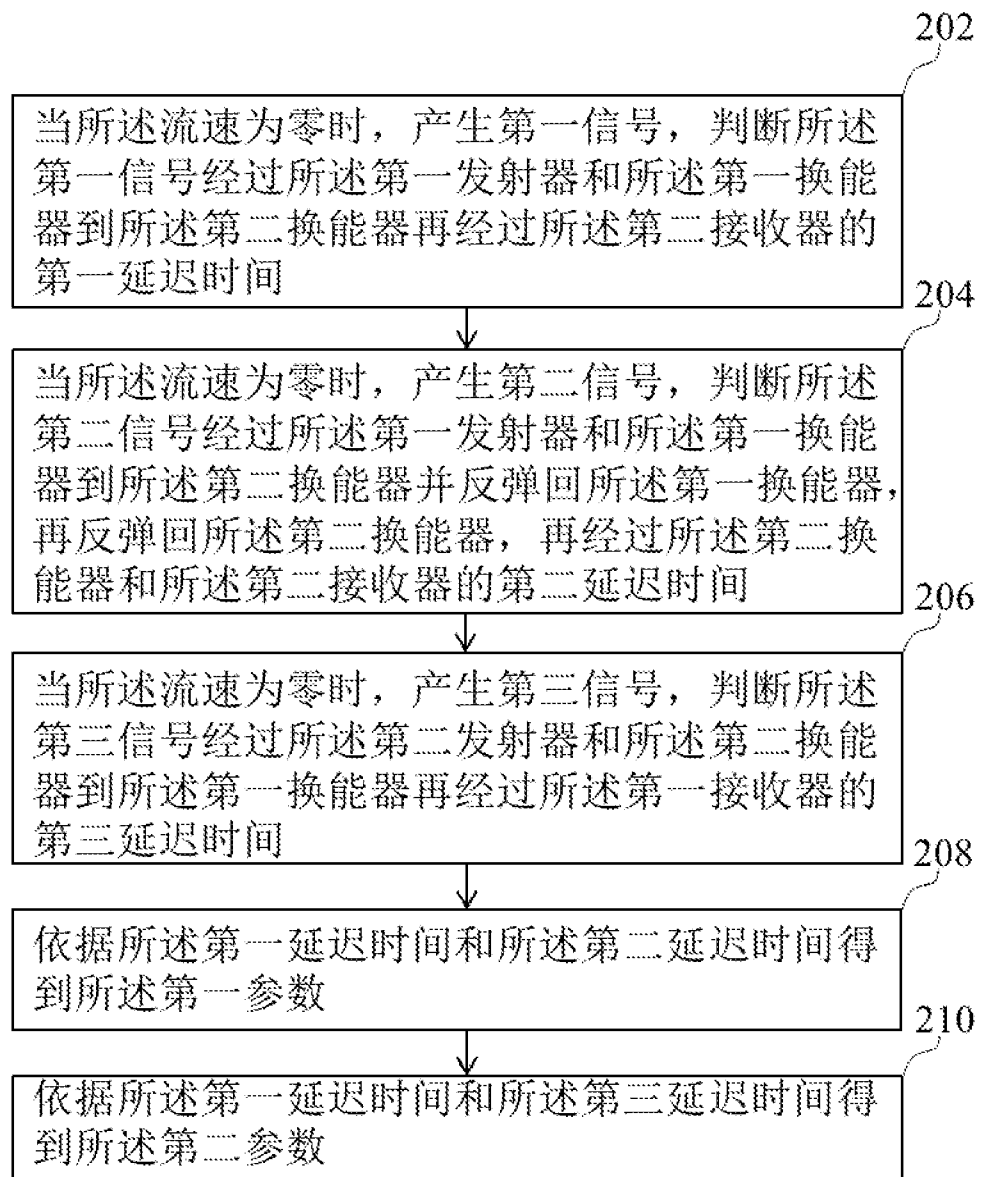


图3

200

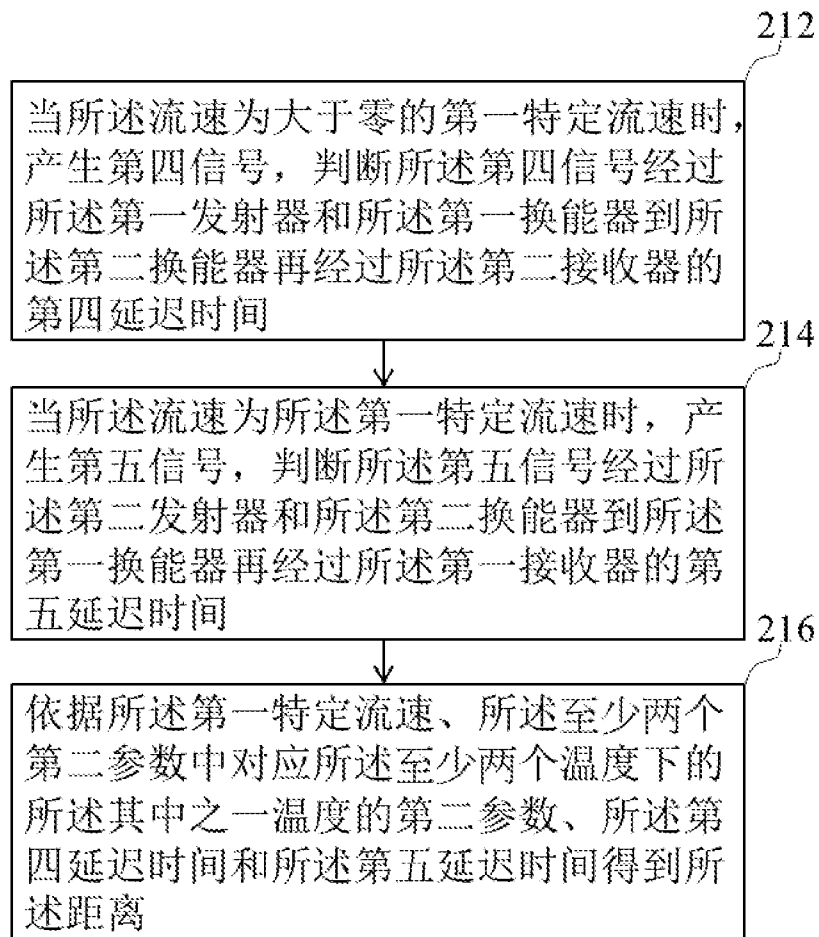


图4

300

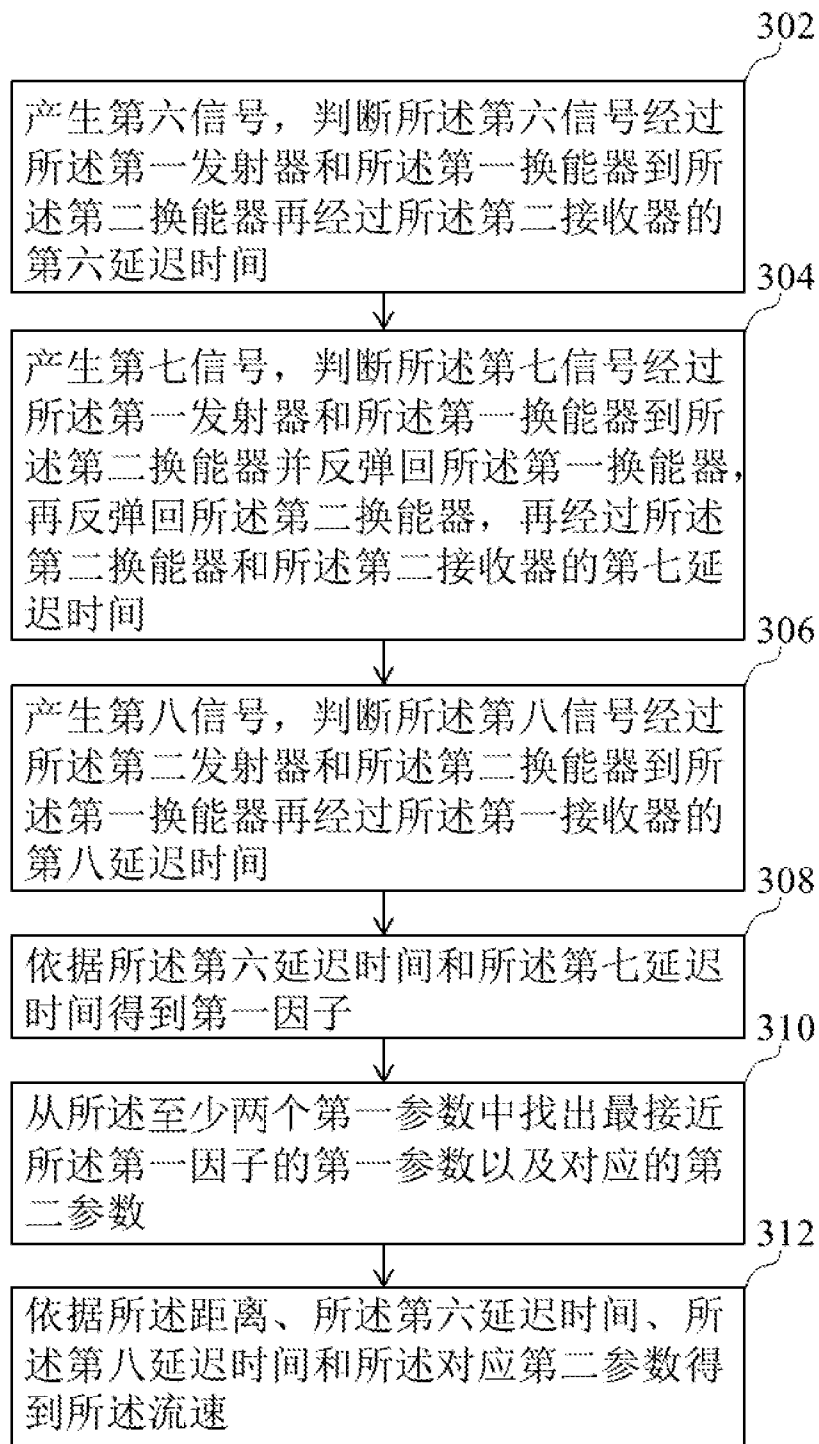


图5

400

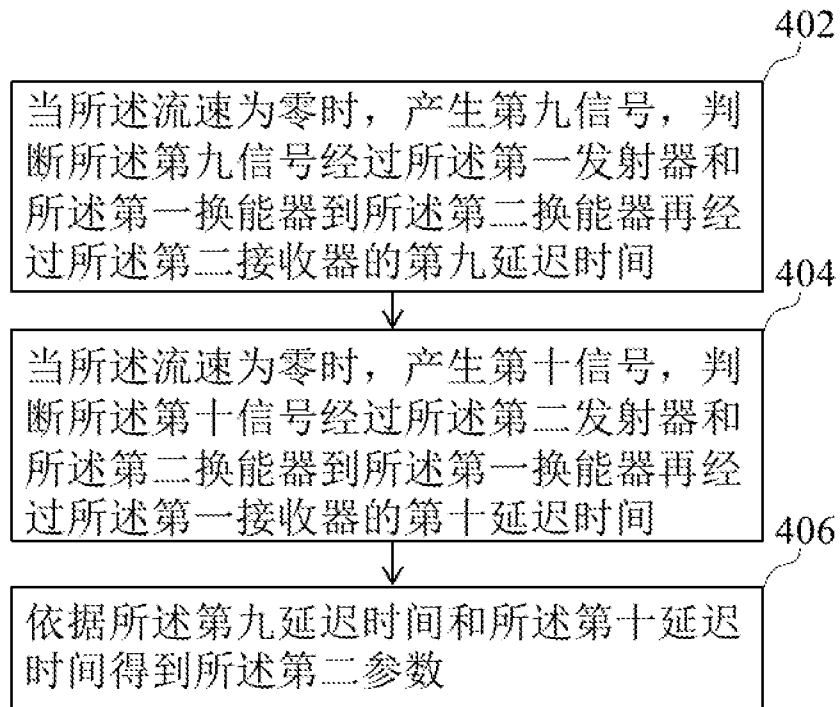


图6

400

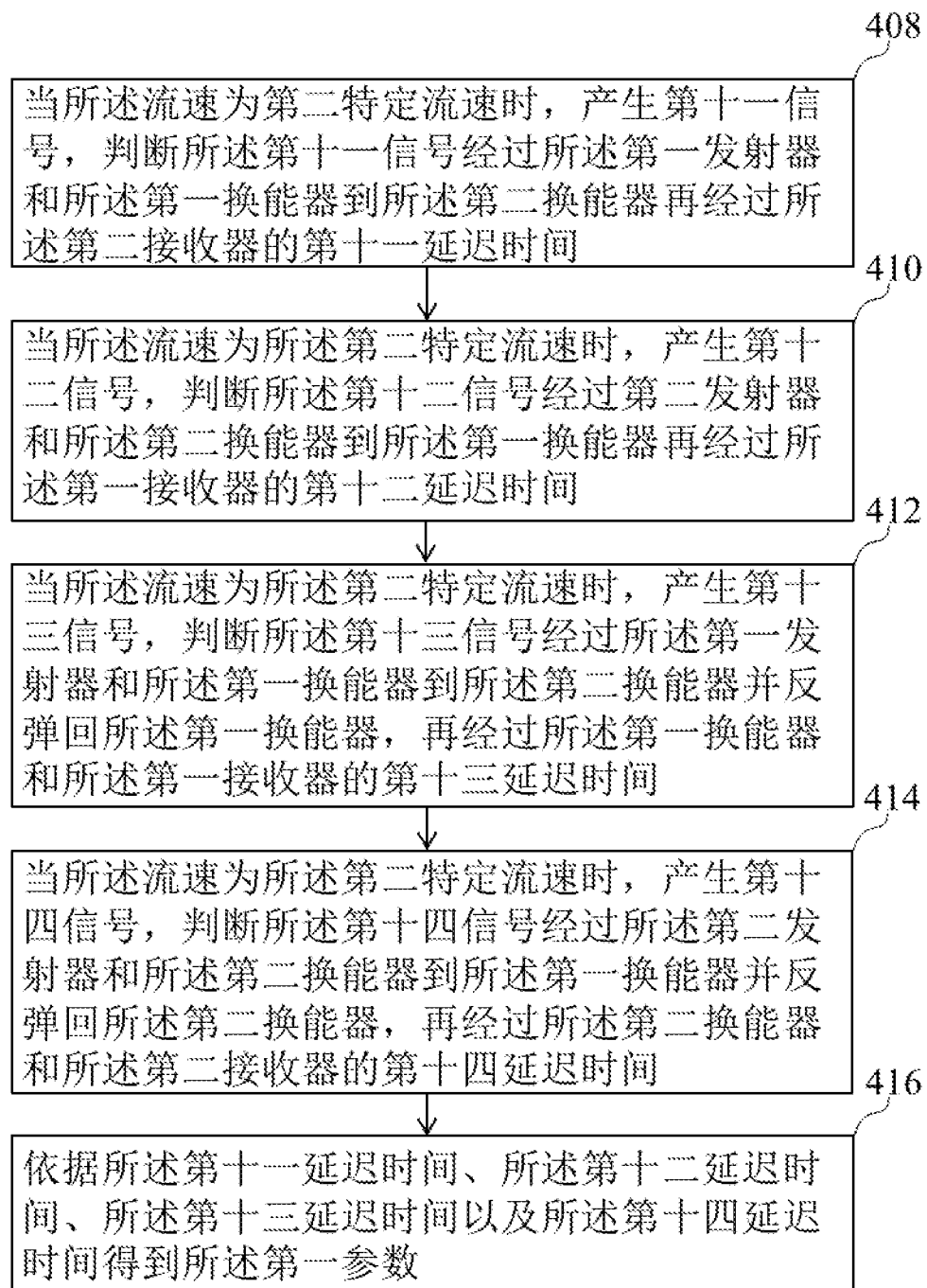


图7

400

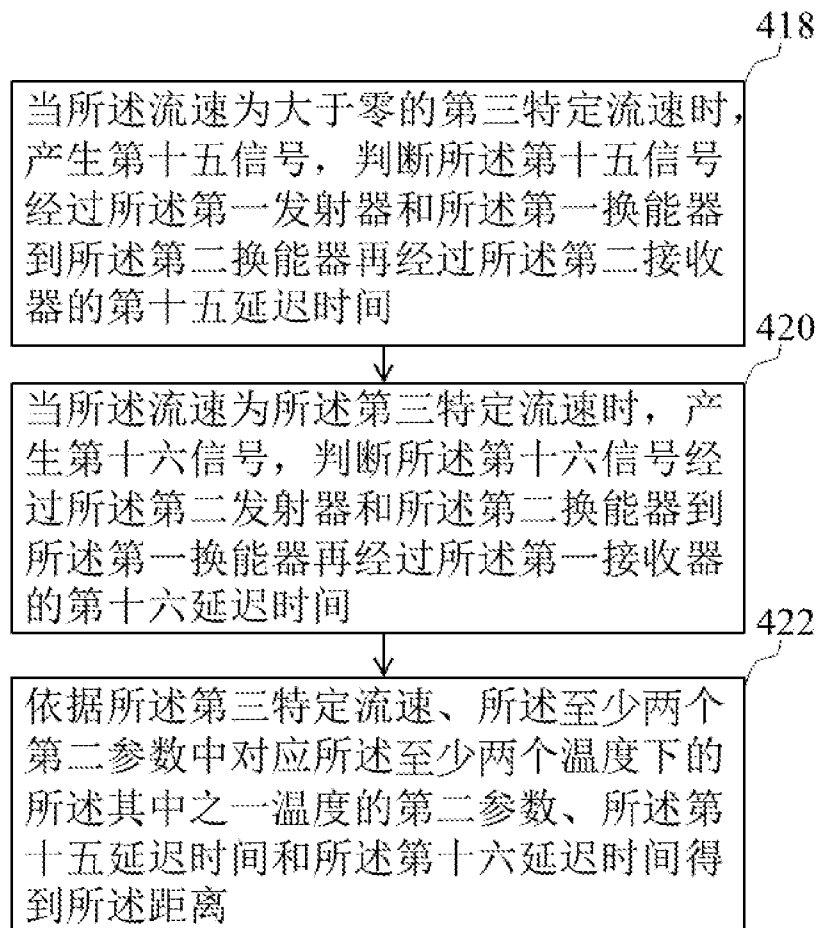


图8

500

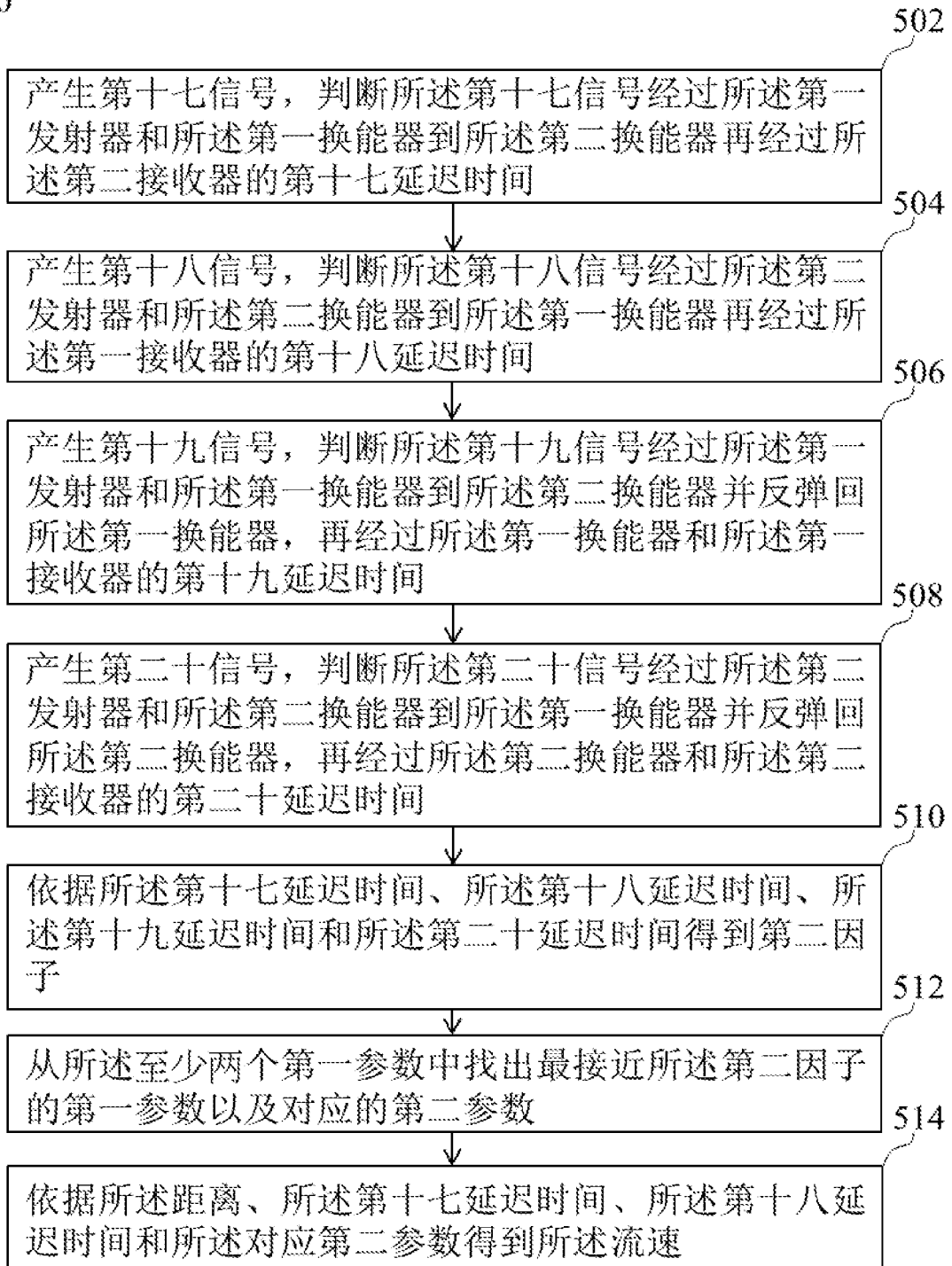


图9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/074367

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01F 1/66(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

VEN; CNABS; CNTXT; WOTXT; EPTXT; USTXT; CNKI: 校准, 延迟, 校正, 反弹, 反射, 回波, 温度, 查表, 流量计, 超声波, calibration, delay, echo, reflect, temperature, flowmeter, ultrasonic, chart

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	李蕊 等 (LI, Rui et al.). "速度差法超声波流量计硬件延时误差分析及对策 (Error Analysis and Countermeasure of Hardware Delay of Ultrasonic Flowmeter in Speed Difference Method)" 仪表技术与传感器 (<i>Instrument Technique and Sensor</i>), No. 3, 31 March 2017 (2017-03-31), text, sections 1-3, and figures 1-3	1-20
A	CN 106441520 A (JOURNAL OF QILU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 22 February 2017 (2017-02-22) entire document	1-20
A	CN 102713531 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 03 October 2012 (2012-10-03) entire document	1-20
A	CN 108458759 A (陈兵 (CHEN, Bing)) 28 August 2018 (2018-08-28) entire document	1-20
A	WO 2006019487 A2 (HORIBA INSTR INC.) 23 February 2006 (2006-02-23) entire document	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 October 2019

Date of mailing of the international search report

08 November 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/074367

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106441520	A	22 February 2017	None			
CN	102713531	A	03 October 2012	EP	2522963	A4	25 September 2013
				WO	2011083766	A1	14 July 2011
				EP	2522963	A1	14 November 2012
				JP	2011158470	A	18 August 2011
				US	2012272748	A1	01 November 2012
CN	108458759	A	28 August 2018	None			
WO	2006019487	A2	23 February 2006	DE	112005001773	T5	26 July 2007
				JP	4724714	B2	13 July 2011
				US	7124621	B2	24 October 2006
				GB	0700762	D0	21 February 2007
				WO	2006019487	A3	25 January 2007
				DE	112005001773	B4	22 May 2014
				JP	2008507693	A	13 March 2008
				GB	2430261	A	21 March 2007
				US	2006016243	A1	26 January 2006
				GB	2430261	B	18 February 2009

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/074367

A. 主题的分类 G01F 1/66 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G01F 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) VEN; CNABS; CNTXT; WOTXT; EPTXT; USTXT; CNKI: 校准, 延迟, 校正, 反弹, 反射, 回波, 温度, 查表, 流量计, 超声波, calibration, delay, echo, reflect, temperature, flowmeter, ultrasonic, chart		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	李蕊 等. “速度差法超声波流量计硬件延时误差分析及对策” 仪表技术与传感器, 第3期, 2017年 3月 31日 (2017 - 03 - 31), 正文第1-3节, 图1-3	1-20
A	CN 106441520 A (齐鲁工业大学) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 全文	1-20
A	CN 102713531 A (松下电器产业株式会社) 2012年 10月 3日 (2012 - 10 - 03) 全文	1-20
A	CN 108458759 A (陈兵) 2018年 8月 28日 (2018 - 08 - 28) 全文	1-20
A	WO 2006019487 A2 (HORIBA INSTR INC) 2006年 2月 23日 (2006 - 02 - 23) 全文	1-20
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2019年 10月 17日		2019年 11月 8日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		包红霞
		电话号码 86-010-62411324

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/074367

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	106441520	A	2017年 2月 22日	无			
CN	102713531	A	2012年 10月 3日	EP	2522963	A4	2013年 9月 25日
				WO	2011083766	A1	2011年 7月 14日
				EP	2522963	A1	2012年 11月 14日
				JP	2011158470	A	2011年 8月 18日
				US	2012272748	A1	2012年 11月 1日
CN	108458759	A	2018年 8月 28日	无			
WO	2006019487	A2	2006年 2月 23日	DE	112005001773	T5	2007年 7月 26日
				JP	4724714	B2	2011年 7月 13日
				US	7124621	B2	2006年 10月 24日
				GB	0700762	D0	2007年 2月 21日
				WO	2006019487	A3	2007年 1月 25日
				DE	112005001773	B4	2014年 5月 22日
				JP	2008507693	A	2008年 3月 13日
				GB	2430261	A	2007年 3月 21日
				US	2006016243	A1	2006年 1月 26日
				GB	2430261	B	2009年 2月 18日