

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G08C 21/00

G01S 7/52 G01S 15/10



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99811881.8

[45] 授权公告日 2003 年 9 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 1122248C

[22] 申请日 1999.9.3 [21] 申请号 99811881.8

[30] 优先权

[32] 1998. 9. 10 [33] US [31] 09/150,251

[86] 国际申请 PCT/US99/20237 1999.9.3

[87] 国际公布 WO00/16291 英 2000.3.23

[85] 进入国家阶段日期 2001.4.9

[71] 专利权人 飞马技术有限公司

地址 以色列霍隆

[72] 发明人 扎西·兹罗特 吉德昂·山霍尔茨

朗·塞尔博

审查员 宋 瑞

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

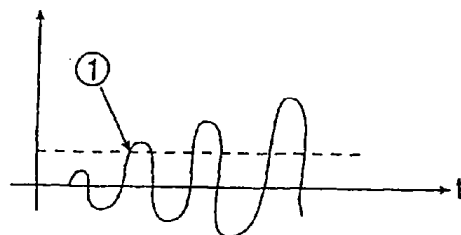
代理人 李德山

权利要求书 5 页 说明书 14 页 附图 5 页

[54] 发明名称 用于超声飞行时间数字转换器系统
的方法和系统

[57] 摘要

一种用于跟踪由压力波振荡的脉冲序列从发送机到接收机的飞行时间测量计算的距离 D 的改变的方法和装置，其中通过获得从满足给定的同步准则的相继的压力波脉冲导出的至少两个飞行时间测量 (20, 22) 识别同步操作的状态。监视相继的飞行时间测量，以便识别和由许多以前的飞行时间测量计算出的预测的飞行时间值相差至少半个波周期的漂移的飞行时间测量 (26)。利用漂移系数和压力波波长的乘积校正由所述漂移的飞行时间测量计算的距离 D。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种用于跟踪由压力波振荡的脉冲序列从发送机到接收机的飞行时间测量计算的距离 D 的改变的方法, 所述压力波振荡具有给定的波长和波周期, 所述方法包括:

(a) 通过获得从满足给定的同步准则的相继的压力波脉冲导出的至少两个飞行时间测量识别同步操作的状态;

(b) 监视相继的飞行时间测量, 以便识别和由许多以前的飞行时间测量计算出的预测的飞行时间值相差至少半个波周期的漂移的飞行时间测量;

(c) 识别相应于波周期的整数倍的漂移系数, 所述漂移的飞行时间测量必须利用所述漂移系数进行校正, 从而获得落在和预测的飞行时间值相差半个波周期范围内的校正的飞行时间测量; 以及

(d) 利用漂移系数和压力波波长的乘积校正由所述漂移的飞行时间测量计算的距离 D 。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其中利用一种被配置用于识别在周期内的预定点的技术进行飞行时间测量。

3. 如权利要求 2 所述的方法, 其中通过识别在信号超过给定的门限值之后接收的信号的第一个过零点进行飞行时间测量。

4. 如权利要求 1 所述的方法, 还包括忽略其中漂移系数超过预定的最大值的漂移飞行时间测量。

5. 如权利要求 4 所述的方法, 其中所述预定的最大值小于 3。

6. 如权利要求 1 所述的方法, 其中所述校正的飞行时间测量被用作下一次飞行时间测量的所述监视步骤的前一次飞行时间测量。

7. 如权利要求 1 所述的方法, 其中通过获得由相继的压力波脉冲导出的至少 3 个飞行时间测量识别同步操作的状态, 对于所述至少 3 个飞行时间测量, 相继的飞行时间测量的改变小于半个波周期。

8. 如权利要求 1 所述的方法, 其中通过获得由相继的压力波脉冲导出的至少 3 个飞行时间测量识别同步操作的状态, 所述至少 3 个飞行时间测量基本上按线性改变。

9. 如权利要求 1 所述的方法, 其中由至少两个先前的飞行时间测量, 通过几何外推, 计算所述预测的飞行时间值。

10. 如权利要求 1 所述的方法, 还包括进行至少一个补充的漂移试验, 所述校正步骤响应所述补充的漂移试验选择地被进行。

11. 如权利要求 10 所述的方法, 其中补充的漂移试验包括确定超过正负信号幅值门限的顺序。

12. 如权利要求 10 所述的方法, 其中所述至少一个补充的漂移试验包括:

(a) 确定在超过信号幅值门限之后出现的至少一个峰值信号幅值; 以及

(b) 计算所述峰值信号幅值是否和前一个脉冲的相应的峰值信号幅值之差大于一个预定的比。

13. 如权利要求 1 所述的方法, 其中所述发送机和绘画工具相关, 所述绘画工具包括用于识别所述绘画工具和表面之间的有效接触的接触开关, 响应所述有效接触的识别开始发送脉冲序列, 所述方法还包括在接触开关停止指示有效接触之后的一个给定的延迟时间内, 继续发送脉冲序列, 使得在间歇的接触期间保持同步操作的状态。

14. 如权利要求 13 所述的方法, 其中所述给定的延迟时间至少为 1/2 秒,

15. 一种用于处理定时信息和接收的相应于由接收机接收的压力波振荡的脉冲序列的信号的系统, 用于跟踪由所述脉冲的飞行时间测量计算的距离 D 的改变, 所述压力波振荡具有给定的波长和波周期, 所述系统包括:

(a) 信号处理器, 用于处理接收的信号, 从而导出每个脉冲的实际的到达时间;

(b) 和所述信号处理器相关的定时模块, 所述定时模块被构成用于由定时信息和实际到达时间导出每个脉冲的飞行时间;

(c) 和定时模块相关的同步操作模块, 其被构成用于分析飞行时间, 从而识别当至少两个相继脉冲波满足预定的同步准则时的同步操作的状态;

(d) 和所述定时模块相关的监视模块, 其被构成用于监视相继的飞行时间测量, 以便识别漂移的飞行时间测量, 所述漂移的飞行时间测量和由若干个先前的飞行时间测量计算的预测的飞行时间值的差值至少是半个波周期;

(e) 和监视模块相关的漂移系数模块, 其被构成用于识别相应于波周期的整数倍的漂移系数, 必须利用所述漂移系数校正所述漂移的飞行时间测量, 以便获得落在离开所述预测飞行时间值半个波周期之内的校正的飞行时间测量; 以及

(f) 和所述定时模块相关的校正模块, 其被构成用于利用漂移系数和压力波波长的乘积校正由漂移的飞行时间测量计算的距离 D。

16. 如权利要求 15 所述的系统, 其中所述预定的同步准则包括, 对于由第一、第二和第三相继脉冲分别计算的第一、第二和第三飞行时间测量, 第一和第二飞行时间测量之间的差以及第二和第三飞行时间测量之间的差都小于半个波周期。

17. 如权利要求 15 所述的系统, 其中所述预定的同步准则包括, 由相继压力波脉冲导出的至少 3 个飞行时间测量基本上线性地改变。

18. 如权利要求 15 所述的系统, 其中所述信号处理器被构成用于识别周期内的预定的点作为所述实际的到达时间。

19. 如权利要求 18 所述的系统, 其中所述预定点相应于在信号超过给定的门限值之后接收的信号的第一个过零点。

20. 如权利要求 15 所述的系统, 其中所述漂移系数模块被构成用于指定任何所述漂移系数超过预定的最大值的漂移的飞行时

间测量为错误的测量。

21. 如权利要求 20 所述的系统,其中所述预定的最大值小于 3。

22. 如权利要求 15 所述的系统,其中所述监视模块被构成使用所述校正的飞行时间测量作为前一个飞行时间测量,用于监视下一个飞行时间测量。

23. 如权利要求 15 所述的系统,其中所述信号处理器被构成用于进行至少一个补充的漂移试验,所述校正模块被构成用于响应所述补充的漂移试验选择地校正距离 D。

24. 如权利要求 23 所述的系统,其中所述至少一个补充的漂移试验包括确定正负信号幅值门限被超过的顺序。

25. 如权利要求 23 所述的系统,其中所述至少一个补充的漂移试验包括:

(a) 确定在信号幅值门限被超过之后发生的至少一个峰值信号幅值;以及

(b) 计算所述峰值信号幅值是否和前一个脉冲的相应的峰值信号幅值之差大于一个预定的比。

26. 如权利要求 15 所述的系统,其中所述监视模块由至少两个先前的飞行时间测量通过几何外推计算所述预测的飞行时间值。

27. 一种用于识别在至少两维中的脉冲的压力波信号的发送机的位置的系统,所述系统包括多个互连的模块接收机单元,每个所述的接收机单元包括:

(a) 压力波接收机,其被构成用于把接收的压力波信号转换为电信号;

(b) 和所述压力波接收机相关的信号处理器,其被构成用于处理所述电信号,从而产生表示收到脉冲的压力波信号的脉冲的检测输出;

(c) 和所述信号处理器相关的定时模块,用于响应所述检测输出和外部施加的同步输入,测量所述脉冲的飞行时间;以及

(d) 和所述定时模块相关的输出模块,其被构成用于输出和

所述飞行时间相关的数据。

28. 如权利要求 27 所述的系统，其中所述多个互连的模块接收机单元通过公共数据线被互连，所述模块接收机单元的输出模块被配置用于提供级联触发功能，用于触发由所有的模块接收机单元沿着所述公共数据线按顺序进行所述输出数据的传输。

用于超声飞行时间数字转换器 系统的方法和系统

技术领域

本发明涉及数字转换器系统，具体地说，其涉及用于超声飞行时间数字转换器系统的处理算法和使用这种算法的系统。

背景技术

在两维或三维数字转换器系统中使用超声飞行时间测量是公知的。这种系统使用一个发送器发送被设在多个位置的接收机接收的超声脉冲。另一种方案使用具有一个接收机的多个发送机。在每种情况下，通过测量所述脉冲从发送机到接收机的飞行时间，便可以计算它们之间的距离。发送机和接收机的同步可以通过硬布线连接或者通过无线电磁链路来实现。

接收的每个超声脉冲的开始的识别是很重要的。一般用于产生脉冲的发送机元件的反应特性和在传输期间信号的分散使脉冲在到达其最大幅值之前在若干周期内上升。结果，被设置用于在背景噪声中可靠地识别脉冲信号的门限值可以在不同的脉冲阶段被触发。根据发送机-接收机的距离和各种环境条件，在第一周期期间，有时在第二周期期间，有时在第三周期期间所述门限值有时可以被超过，这便导致相当的不精确（见图 1 和图 2）。对于一般 40kHz 的操作频率，并取声音的速度为 330m/s，每个周期大约相应于 8mm 的距离。对于一般的应用，例如用于写操作的数字转换器和计算机鼠标之类，这个误差范围是不能接受的。

常规的超声数字转换器系统在其硬件配置上也有一些不灵活。一般地说，预定的接收机配置是按照每个给定的应用生产的。此时电子元件被集中在一个控制盒中。这种安排在使系统适用于较大尺寸的应用时具有很少或根本没有灵活性。

因此，需要一种系统和方法，用于精确地跟踪由发送机到接收机的压力波的脉冲序列的飞行时间测量计算的距离的改变。此外，需要提供一种模块接收机系统，在所述系统中可以增加接收机单元的数量，以便覆盖任何所需的区域。

发明内容

本发明是用于超声飞行时间数字转换器系统的一种算法，以及使用这种算法的系统。

按照本发明的教导，提供一种用于跟踪由压力波振荡的脉冲序列从发送机到接收机的飞行时间测量计算的距离 D 的改变的方法，所述压力波振荡具有给定的波长和波周期，所述方法包括 (a) 通过获得从满足给定的同步准则的相继的压力波脉冲导出的至少两个飞行时间测量识别同步操作的状态；(b) 监视相继的飞行时间测量，以便识别和由许多以前的飞行时间测量计算出的预测的飞行时间值相差至少半个波周期的漂移的飞行时间测量；(c) 识别相应于波周期的整数倍的漂移系数，必须利用所述漂移系数校正所述漂移的飞行时间测量，从而获得落在和预测的飞行时间值相差半个波周期范围内的校正的飞行时间测量；以及 (d) 利用漂移系数和压力波波长的乘积校正由漂移的飞行时间测量计算的距离 D 。

按照本发明的另一个特征，利用一种被配置用于识别在周期内的预定点的技术进行飞行时间测量，例如通过识别在信号超过给定的门限值之后接收的信号的第一个过零点进行飞行时间测量。

按照本发明的另一个特征，漂移系数超过预定的最大值的漂移飞行时间测量被丢弃，所述最大值一般小于 3。

按照本发明的另一个特征，校正的飞行时间测量被用作下一次飞行时间测量的监视步骤的前一次飞行时间测量。

按照本发明的另一个特征，通过获得由相继的压力波脉冲导出的至少 3 个飞行时间测量识别同步操作的状态，对于所述至少 3 个飞行时间测量，相继的飞行时间测量的改变小于半个波周期。

按照本发明的另一个特征，通过获得由相继的压力波脉冲导出

的至少 3 个飞行时间测量识别同步操作的状态，所述至少 3 个飞行时间测量基本上按线性改变。

按照本发明的另一个特征，由至少两个先前的飞行时间测量，通过几何外推，最好通过适合先前的 3 个飞行时间测量的二次多项式的外推，计算预测的飞行时间值。

按照本发明的另一个特征，进行至少一个补充的漂移试验，响应所述补充的漂移试验选择地进行校正步骤。

补充的漂移试验可以包括确定超过正负信号幅值门限的顺序，或者可以包括：（a）确定在超过信号幅值门限之后出现的至少一个峰值信号幅值；以及（b）计算所述峰值信号幅值是否和前一个脉冲的相应的峰值信号幅值之差大于一个预定的比。

按照本发明的另一个特征，所述发送机和绘画工具相关，所述绘画工具包括用于识别所述绘画工具和表面之间的有效接触的接触开关，响应所述有效接触的识别开始发送脉冲序列，所述方法还包括在接触开关停止指示有效接触之后的一个给定的延迟时间内，一般至少大约 1/2 秒，继续发送脉冲序列，使得在间歇的接触期间保持同步操作的状态。

按照本发明的教导，提供一种用于处理定时信息和接收的相应于由接收机接收的压力波振荡的脉冲序列的信号的系统，用于跟踪由所述脉冲的飞行时间测量计算的距离 D 的改变，所述压力波振荡具有给定的波长和波周期，所述系统包括：（a）信号处理器，用于处理接收的信号，从而导出每个脉冲的实际的到达时间；（b）和所述信号处理器相关的定时模块，所述定时模块被构成用于由定时信息和实际到达时间导出每个脉冲的飞行时间；（c）和定时模块相关的同步操作模块，其被构成用于分析飞行时间，从而识别当至少两个相继脉冲波满足预定的同步准则时的同步操作的状态；（d）和所述定时模块相关的监视模块，其被构成用于监视相继的飞行时间测量，以便识别漂移的飞行时间测量，所述漂移的飞行时间测量和由若干个先前的飞行时间测量计算的预测的飞行时间值

的差值至少是半个波周期；(e)和监视模块相关的漂移系数模块，其被构成用于识别相应于波周期的整数倍的漂移系数，必须利用所述漂移系数校正所述漂移的飞行时间测量，以便获得落在离开所述预测飞行时间值半个波周期之内的校正的飞行时间测量；以及(f)和所述定时模块相关的校正模块，其被构成用于利用漂移系数和压力波波长的乘积校正由漂移的飞行时间测量计算的距离D。

按照本发明的另一个特征，预定的同步准则包括，对于由第一、第二和第三相继脉冲分别计算的第一、第二和第三飞行时间测量，第一和第二飞行时间测量之间的差以及第二和第三飞行时间测量之间的差都小于半个波周期，或者由相继压力波脉冲导出的至少3个飞行时间测量基本上线性地改变。

按照本发明的另一个特征，所述信号处理器被构成用于识别周期内的预定的点作为实际的到达时间。这个点一般相应于在信号超过给定的门限值之后接收的信号的第一个过零点。

按照本发明的另一个特征，所述信号处理器进行至少一个补充的漂移试验，所述校正模块被构成用于响应补充的漂移试验选择地校正距离D。这个试验可以包括确定正负信号幅值门限被超过的顺序，或者可以包括：(a)确定在信号幅值门限被超过之后发生的至少一个峰值信号幅值；以及(b)计算所述峰值信号幅值是否和前一个脉冲的相应的峰值信号幅值之差大于一个预定的比。

按照本发明的另一个特征，监视模块由至少两个先前的飞行时间测量通过几何外推计算预测的飞行时间值，其中一般通过适合于先前的3个飞行时间测量的二次多项式的外推进行所述计算。

按照本发明的教导还提供一种发送机装置，用于数字化手持绘画工具的笔画，所述绘画工具具有一个本体和笔尖，所述发送机装置包括：(a)具有孔的壳体，所述壳体被构成用于接收绘画工具的本体的部分，使其笔尖通过所述的孔延伸；(b)被如此使用的常闭开关，使得其借助于由施加于笔尖上的压力引起的绘画工具和壳体之间的相对运动而断开；以及(c)用于使绘画工具朝向使开

关闭合的向前位置偏置。

按照本发明的另一个特征，还提供一种副弹簧，其比主弹簧弱，用于沿着向后的方向作用在绘画工具上，从而使得绘画工具悬挂在所述壳体内。

按照本发明的另一个特征，还提供沿着和主弹簧相关的用于对准中心的元件，所述元件还用于提供一个邻接表面，其构型使得在壳体内部的中央对准绘画工具的后端。

按照本发明的教导还提供用于识别在至少两维中的脉冲的压力波信号的发送机的位置的系统，所述系统包括多个互连的模块接收机单元，每个模块接收机单元包括：（a）压力波接收机，其被配置用于把接收的压力波信号转换为电信号；（b）和所述压力波接收机相关的信号处理器，其被配置用于处理电信号，从而产生表示收到脉冲的压力波信号的脉冲的检测输出；（c）和所述信号处理器相关的定时模块，其响应所述检测输出和外部提供的同步输入，测量脉冲的飞行时间；以及（d）和所述定时模块相关的输出模块，其被配置用于输出关于飞行时间的数据。

按照本发明的另一个特征，多个互连的模块接收机单元通过公共数据线被互连，模块接收机单元的输出模块被配置用于提供级联触发功能，用于触发由所有的模块接收机单元沿着所述公共数据线按顺序地进行所述输出数据的传输。

附图说明

下面以举例方式参照附图说明本发明，其中：

图 1 是在脉冲开始时超声信号幅值随时间变化的曲线，在脉冲的第二个周期期间超过一个门限；

图 2 是在脉冲开始时超声信号幅值随时间变化的曲线，在脉冲的第三个周期期间超过一个门限；

图 3 是对于相继的脉冲得到的距离对时间的曲线，用于说明按照本发明的算法的第一方面；

图 4A 和图 4B 是在两个脉冲的开始超声信号幅值对时间的曲

线，说明按照本发明的正负门限技术的应用；

图 5A 和图 5B 是在另两个脉冲的开始超声信号幅值对时间的曲线，说明使用峰值幅值检测的图 4A、图 4B 的技术的改进；

图 6 是系统中的接收机模块的方块图，其按照本发明的技术被构成和操作，用于跟踪由压力波脉冲的飞行时间测量计算的距离 D 的变化；

图 7 是包括若干个图 6 的模块的系统的方块图；以及

图 8 是发送机装置的示意的截面图，所述发送机按照本发明的教导被构成和操作，用于对手持的绘画工具的笔画进行数字化的系统。

具体实施方式

本发明是一种用于超声飞行时间数字转换器系统的处理算法和相应的系统。本发明还提供一种用于对电磁同步信号中的信息进行编码的技术。通过参照附图和结合附图进行的说明，可以更好地理解按照本发明的所述系统、算法和技术的原理和操作。

在说明本发明的系统和技术之前，应当说明，本发明可应用于从发送机到接收机的距离可以通过压力波脉冲的飞行时间测量的任何情况。在最低限度的情况下，这可能是一个发送机/接收机对。不过，一般地说，这种系统使用至少两个接收机，用于进行二维测量，或者至少 3 个接收机，用于三维测量。此外，可以使用多个发送机和一个接收机。在任何情况下，本发明的技术主要涉及由一个接收机接收的来自一个发送机的信号的处理，其可以应用于系统内的任何发送机/接收机对。

现在参看附图，图 1 和图 2 表示随着幅值经过几个周期的增加而开始的两个超声脉冲。如前所述，在几个不同的脉冲幅值包络级，可以超过一个恒定的幅值门限。在此处所示的例子中，在图 1 的脉冲的第二个周期期间，所述门限被超过，而在图 2 中，只有脉冲的第三周期才超过所述门限。在测量距离时，例如在所示频率下的周期之间的转换，产生明显的间断点或者“跳跃”。

为了解决这个问题，本发明提供一种用于跟踪由飞行时间测量计算的距离 D 的改变的方法，所述飞行时间测量是从发送机到接收机的压力波振荡的脉冲序列的飞行时间测量。一般地说，所述方法包括通过获得从满足一些预定的同步准则的相继的压力波脉冲导出的至少两个飞行时间测量识别同步操作的状态。一组优选的同步准则是，从用于进行飞行时间测量的相继的压力波脉冲导出的至少 3 个飞行时间测量的差别小于波的周期 k 的一半。因而，参见图 3，在 t_1 取的第一飞行时间测量 20 用于限定围绕测量值 $\pm k/2$ 的范围。然后，在 t_2 取的下一个飞行时间测量 22 和所述范围比较。当两个相继的测量都落在离开前一个读数的这个范围内时，系统操作被定义为同步的。

附带说明，应当注意，这些关于同步操作的准则既不是绝对必须的，也不是唯一的。因而，例如，可能需要通过使其它准则也能被定义为“同步操作”补充这些准则。在一个例子中， D 在 3 个相继测量内的线性改变可被认为是同步操作，即使 D 的改变可以超过测量之间的 $\pm k/2$ 。

在进入同步操作之后，监视相继的飞行时间测量，以便识别处于离开预定的飞行时间值 $k/2$ 范围之外的第一飞行时间测量，所述预定的飞行时间值是由许多以前的飞行时间测量计算获得的。在这种情况下，第一个所谓的“漂移的飞行时间测量” 26 发生在 t_4 。预测的飞行时间值可以用若干个方法计算。最好是，所述计算基于由至少两个先前的距离测量进行的几何外推。在一种特别有效的实施中，所述外基于和先前的 3 个飞行时间测量拟合的二解多项式。

所述的方法然后识别相应于波周期 k 的整数倍的漂移系数，漂移的飞行时间测量必须利用所述系数进行校正，以便获得一个校正的落在距离前一个飞行时间测量半个波周期内的校正的飞行时间测量。在这种情况下，需要 -1 的漂移系数。然后，由漂移的飞行时间测量计算的距离 D 利用漂移系数和压力波波长的乘积进行校正，以便把漂移的飞行时间测量 26 变换为校正的测量 28。一般作一个

这样的假设，即，下一次测量也应当用相同的漂移系数校正，直到遇到新的和预测的值失配的值。

显然，在这种方法中的漂移系数应当限制于一些合理的值。更可能由于声的干扰或者由于暂时的故障而不是由检测周期的多次漂移而出现多个波长的测量距离中突然的未预测到的改变。一般地说，预料在检测之间只有一个或者最多有两个周期的改变。

应当注意，然后使用校正的值 28 预测下一个飞行时间值。初始计算假定漂移系数和前一次测量中使用的漂移系数相同。不过，如图所示，如果使用相同的漂移系数计算的下一个自动校正的测量 32 和预测值的偏差大于半个波长，则使用相反的漂移系数重新对预测值 30 进行测量。

在概念上，这种方法对由于检测周期之间的转变而导致的不连续性问题提供特别简单的解决办法。假定脉冲之间的间隔足够小，使得在脉冲之间移动的距离总是小于 $k/2$ 。超过 $k/2$ 的跳跃则明显地表示发生了在检测周期之间的转变。在原理上，引起每一步的在距离前一次测量的所需的范围内的这种跳跃的累加的校正应当提供所述问题的完整的解决。实际上，某些情况例如发送机装置的极度的加速可能导致错误的校正。最好提供各种改进，以便处理这类有问题的情况，现在就对此进行说明。

为了解决这类问题的对本发明的改进可以被细分为两类。首先，采取对检测处理进行标准化和稳定化的步骤，借以减少异常测量的比例。其次，作为另一种方法，或者作为最好在同时采用的一种方法，基于上述的主要算法的测量的“校正”可以根据被设计用于证实所述校正的至少一个补充漂移试验的性能进行。

关于检测处理的标准化和稳定化，按照本发明的飞行时间测量最好通过一种被设计用于识别周期内的一个预定点的技术进行。这类技术中的一种最简单的技术是识别在信号超过给定的门限值之后接收的信号的第一个过零点。

关于补充漂移试验，具有许多可能的方法，每种方法都可以单

独使用或者和其它方法结合使用。

第一种补充漂移试验如图 4A 和图 4B 所示。图 4A 表示在第一周期内在点 42 就超过正门限 40 的信号，而图 4B 表示在第二周期的点 44 超过正门限的信号。这两种情况按照本发明最好通过增加一个相应的负门限 46 并确定正负幅值门限被超过的顺序来识别。因而，在图 4A 中，正门限 40 在负门限 46 在点 43 被超过之前被超过。在另一方面，在图 4B 中，负门限 46 第一次在点 45 被超过。这种顺序的转换可用于指示检测周期中发生的改变。

在另一方面，图 5A 和图 5B 表示单独使用这最后的方法并不总是足够的。具体地说，图 5A 表示由在点 50 的正检测跟随着的在点 48 的负检测。在另一方面，图 5B 表示由在点 54 的负检测跟随着的在点 53 的正检测。不过，在两种情况下，信号都是在信号的第一周期期间被检测到。

为了克服这个缺点，作为另一种方法，或者作为图 4A 和图 4B 所示的基于顺序的算法的另一种改进，至少一个补充漂移试验最好包括确定至少一个在信号幅值门限被超过之后发生的峰值信号幅值，并比较这个峰值幅值和先前检测的相应的幅值。这样，取图 5A 和图 5B 作为相继脉冲的检测，在检测 A1 和 A2 之后分别测量的峰值信号幅值是相当接近的。在另一方面，在图 4A 和 4B 的相继的脉冲中，第二峰值幅值 A2 远大于 A1。因而，来自相继检测的峰值幅值测量之间的上述给定预定值的比可以作为在检测周期中的变化的指示。正负门限超过数反向和在检测之后峰值幅值的大的改变这一对准则一起使用可以提供特别健壮的证实算法，用于可疑的检测周期转换。

现在参看图 6，应当理解，上述的算法可以用许多方式来实现。本发明的系统一般由若干个模块组成，每个模块可以用多种形式实现。其中包括软件模块，它们是能够完成系统的功能的软件程序，如下所述。这些软件模块应当以合适的程序语言编写，例如 C 语言或 C++，这些语言应当和运行这些模块的计算机的操作系统兼容。

对于本领域技术人员，这种编程语言的选择是容易的。在下面，术语“计算机”包括但不限于具有操作系统例如 DOS, Windows™, OS/2™ 或 Linux 的个人计算机 (PC); Mackintosh™ 计算机; 具有 JAVA™ 作为操作系统的计算机; 以及图形工作站, 例如 Sun Microsystems™ 和 Silicon Graphics™ 的计算机, 或其它具有 UNIX 操作系统的一些版本例如 AIX 或 SOLARIS™ 的计算机; 或者具有其它已知的并可得到的操作系统的计算机以及计算硬件和操作系统的其它的合适的组合。在下面, 术语 “Windows™” 包括但不限于 Windows95™, Windows3.x™, 其中 x 是整数, 例如 “1”, WindowsNT™, Windows98™, WindowsCE™, 和由微软公司 (Seattle, Washington, USA) 新开发或升级的操作系统, 以及微软公司的任何其它的操作系统。

此外, 所述模块可以作为硬件被单独实现, 或者作为硬件和软件的组合被称为“固件”来实现, 其包括被烧在 ROM (只读存储器) 芯片上的软件程序指令。许多这种模块可以包括易失的和非易失的存储器, 或其它所需的任何种类的存储器件。本领域技术人员可以容易地进行精确的实施。在任何情况下, 此处的模块按照功能而不是像物理上那样严格的单独的实体被描述。

在将要对照图 6 和图 7 说明的一个特别有利的实施例中, 数字转换器系统使用多个模块接收机单元 100 来实现, 它们可以被串联连接在一起而具有所需的长度, 从而覆盖一个给定的区域。一般地说, 至少使用两个单元, 最好至少使用 4 个单元。还发现使用偶数个单元是有利的, 从而使每对单元被最佳地使用, 此时具有重叠的“视野”, 以便接收所述区域的每个子部分。

更具体地说, 在图 6 所示的机构中, 接收机单元 100 被构成用于跟踪按照上述的本发明的技术由压力波脉冲飞行时间测量计算的距离 D 的变化。因而, 接收机单元 100 具有信号处理器 102, 用于处理来自超声接收机 103 的信号, 导出每个脉冲的实际到达时间, 一般取在接收的信号超过给定的门限值之后的第一次过零点。然后脉冲定时模块 104 由实际的到达时间导出和脉冲定时信息导出每个

脉冲的飞行时间，最好由一般来自红外接收机的定时输入比如 1R 信号定时模块 105 导出。然后，飞行时间值利用同步操作模块 106、监视模块 108、漂移系数模块 110 和校正模块 112 进行处理，以便调整由于检测周期的转换而导致的跳跃。具体地说，同步操作模块 106 分析飞行时间，以便识别同步操作的状态，监视模块 108 监视相继的飞行时间测量，以便识别漂移的飞行时间测量。然后漂移系数模块 110 识别相应于波周期的整数倍的漂移系数，漂移的飞行时间测量必须利用所述漂移系数进行校正，以便获得落在距离预测的飞行时间测量半个波周期之内的校正的飞行时间测量。一般地说，漂移系数模块 110 被构成用于指定任何漂移系数超过 2 最好超过 1 的漂移的飞行时间测量作为错误的测量。校正模块相应地校正由漂移的飞行时间测量计算的距离 D。然后把校正过所 D 值反馈到监视模块 108，以便被用作前一次飞行时间测量，用于监视下一次飞行时间测量。

关于上述的补充漂移试验，最好作为信号处理器 102 的一部分来实现。此外，或者附带地，可以提供单独的补充漂移试验模块 114。

为了帮助实现上述的接收机单元 100 的模块连接，最好由输出模块 116 提供和外部装置例如计算机的外设的距离测量的通信。输出模块 116 最好具有输入、输出和复位触发连接，用于控制选通要在公共数据线上连接的大量单元的传输序列，如下所述。输出模块 116 还提供数据输出并选择地提供数据输入连接，这些可以利用所需的连接格式例如 RS232 接口实现。

图 7 示意地表示有多少个接收机单元 100 通过公共数据线 122 和 124 被组合在系统中。每个单元的触发输出和下一个单元的触发输入相连，第一个单元（“通道 1”）的触发输入和地连接。沿着 IR 同步线 128 被提供给每个单元 100 的 IR 信号定时模块的来自接收机 126 的输出产生触发复位。所述触发复位对于启动所述单元等待下一个接收的压力波脉冲和设置其触发输出为“高”是有效的。在接收压力波信号和计算相应的距离测量之后，每个接收机单元

100 被配置处于等待状态，直到其触发输入为“低”（即地），然后传输其距离测量数据。在传输之后其立即把其触发输出设置为低。结果，产生链响应，其中每个信道传输其数据，并然后触发下一个信道的传输。按照由触发输出和输入的连接指示的传输顺序，外部设备可以容易地识别哪些数据来自哪个接收机，因而总是从永久和地相连的信道开始。在数据传输中也可以包括附加的识别信息。

应当注意，所述的机构提供了极大的机构灵活性和简单性。因为每个接收机单元 100 只进行其自身的相当简单的信号处理和计算，所以单元的内部机构是简单的，并且能够以低的成本来实施。因此，因为所有的接收机单元都相同，所有可以使生产成本降到最低。

所述系统的模块性质使得系统可以扩展以便覆盖大的区域，除去添加接收机单元之外不用进行结构的改变。在外部设备执行的三角测量算法中所需的相应的改变是简单的。如果需要，外部设备也可以被编程，以便自动地适应现有的接收机单元的数量。

最后参看图 8，其中表示发送机装置 60 的一种优选的结构，所述发送机装置 60 用于对手持绘画工具 62 的笔画进行数字化的系统。发送机装置 60 包括壳体 64，其被构成用于接收绘画工具 62 的本体的至少一部分，绘画工具的笔尖通过孔 66 伸出。发送机装置 60 的一个特别的特征是，绘画工具笔尖和表面的有效的接触利用常闭开关 68 进行识别。术语“常闭开关”用于指这样一种开关结构，其中由所述开关正常进行的电路切断检测运动。在这种情况下，常闭开关 68 被这样使用，使得所述开关被由施加于操作笔尖的压力而引起的绘画工具 62 和壳体 64 之间的相对运动而断开。主弹簧 70 用于使绘画工具 62 向着使开关 68 闭合的前方位置偏置。

和常规的在预定距离的行程之后动作的微动开关相比，使用常闭开关通过检测绘画工具和壳体之间的相对运动的开始提供和表面接触的立即检测。

最好是，使用比主弹簧 70 弱的副弹簧 72，沿向后的方向作用在绘画工具 62 上，即趋向使笔尖缩回。弹簧 70 和 72 的反抗和对准用于使绘画工具正确地对准，从而被悬挂在壳体 64 内，并使得壳体能够适应具有一定长度范围的绘画工具。与此同时，较强的主弹簧 70 确保当对绘画工具 62 的笔尖不施加接触力时开关 68 返回其闭合状态。

在此处所示的例子中，常闭开关 68 被用在壳体 64 的可拆下的盖部分 64a 中。不过，本领域技术人员应当理解，也可以使用其中开关 68 位于其它位置例如开孔 66 附近的其它结构。

发送机装置 60 的另一个优选的特征是一般和主弹簧 70 相关的用于对准中心的元件 74，其提供一个邻接的表面 76，其形状使得能够对准绘画工具 62 的后端，使其位于壳体 64 的空心圆柱的中央。这确保绘画工具在壳体 64 内的对准，而其外部尺寸无关，并避免绘画工具和壳体 64 的摩擦接触，否则将干扰开关 68 的操作。最好是，邻接表面 76 形成有锥形的凸起 78，其在弹簧 70 和 72 的作用下，自动对准大部分标记绘画工具的后端都具有的轴向槽的中心。

关于发送机装置的电路，这一般是相当简单的，其只需要同步地发送压力波脉冲和电磁发送机。选择地，电磁信号可以传输附加信息，例如绘画工具的颜色和一个或几个开关的状态。

发送机结构中的一个特定问题和在短的笔画期间要保持同步相关。为了避免不经济的连续的发送，绘画工具例如画笔和橡皮一般使用接触开关识别绘画工具和表面之间的有效接触。当形成有效接触时，开始输入超声脉冲序列。因为实现本发明的功能需要建立“同步操作”，由短的接触笔画引起的超声发送机的反复停止和启动将导致重复的失步。

为了解决这个问题，最好在接触开关停止表示操作接触之后一个给定的延迟时间期间，一般大约 1/2 秒，继续发送脉冲序列。用这种方式，使得在间歇的接触期间维持同步操作状态。然后，接触开关的状态分别被传送给基本单元，或者通过已经存在的硬线连

接，或者最好通过从发送机单元到相应的电磁接收机的电磁链路。在后一种情况下，压力波信号的发送和电磁信号的发送被持续一个延迟的时间。

应当说明，上面的说明只作为例子，在本发明的范围和构思内可以作出各种改变和改型。

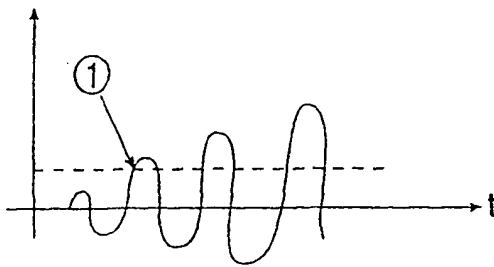


图 1

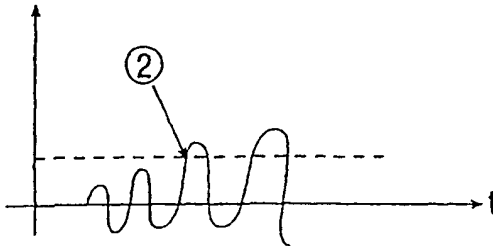


图 2

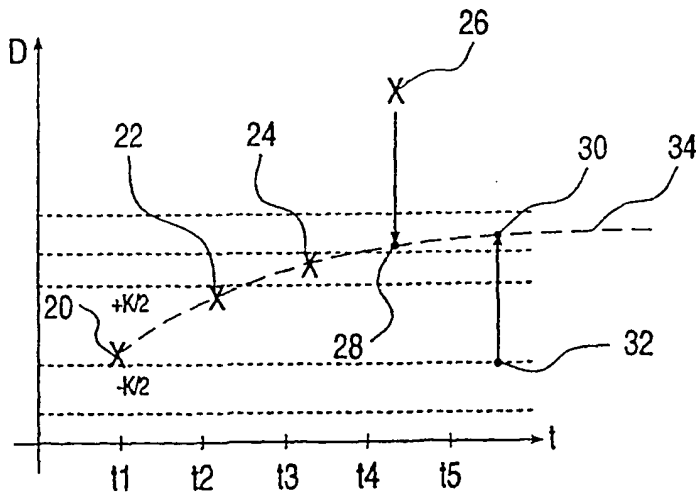


图 3

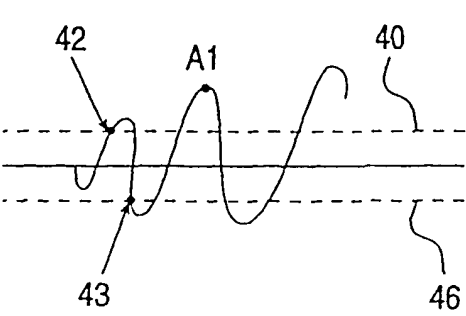


图 4A

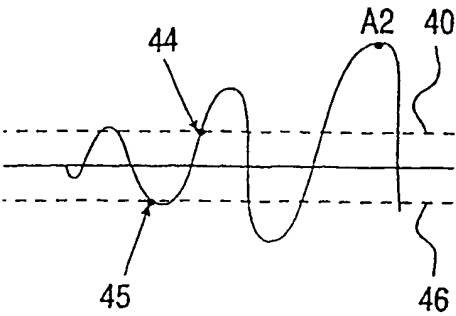


图 4B

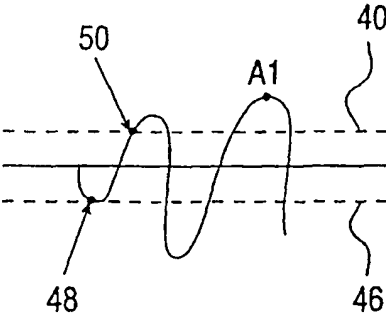


图 5A

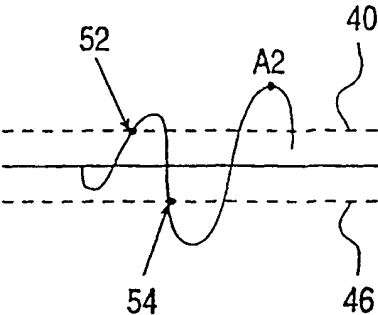
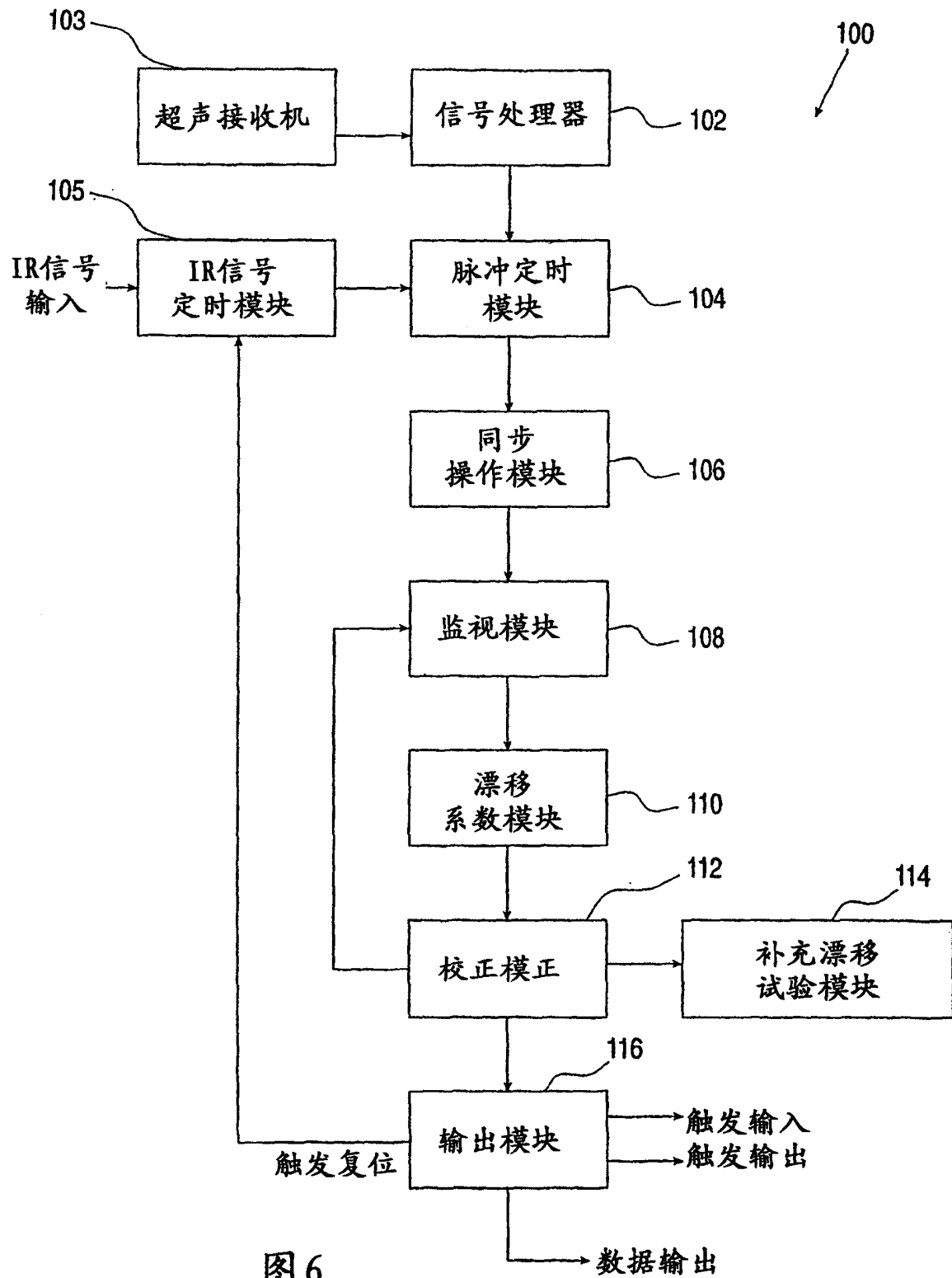


图 5B



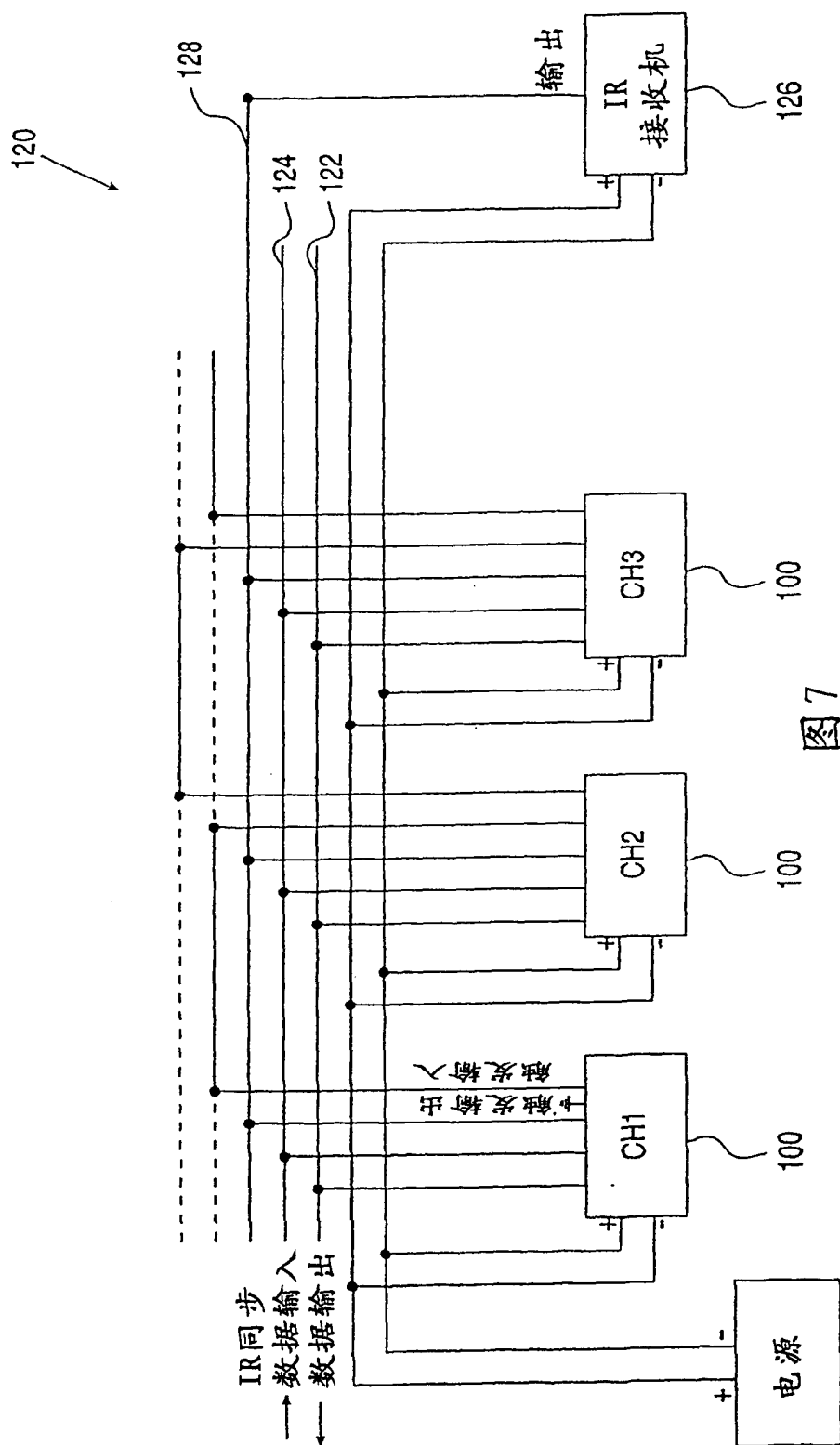


图7

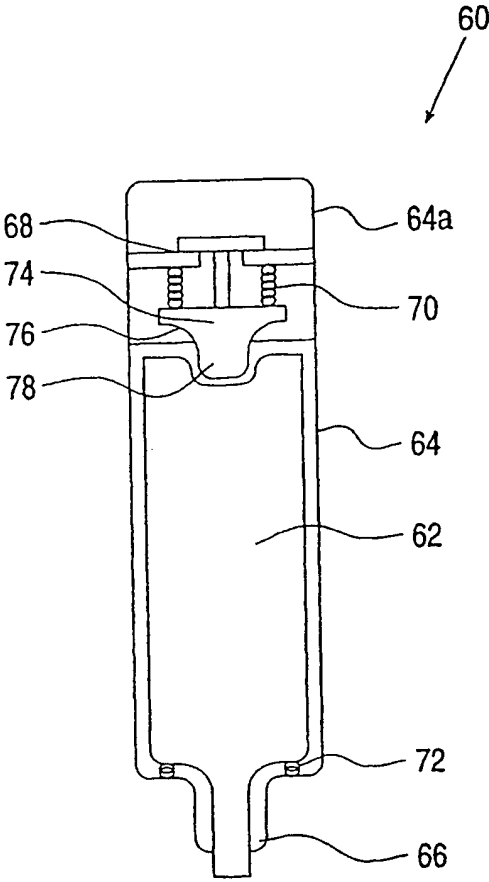


图 8