

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01P 21/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910126790.7

[43] 公开日 2009年9月9日

[11] 公开号 CN 101526552A

[22] 申请日 2009.2.6

[21] 申请号 200910126790.7

[30] 优先权

[32] 2008.2.8 [33] US [31] 12/069,261

[71] 申请人 凯尔西-海耶斯公司

地址 美国密执安

[72] 发明人 M·巴巴拉

[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 李镇江

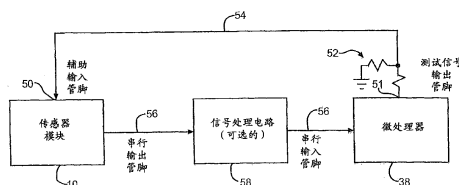
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

[54] 发明名称

用于运动传感器的故障安全测试

[57] 摘要

本发明公开了一种用于运动传感器的故障安全测试。其中，微处理器将模拟测试信号施加到运动传感器模块的辅助信号输入端口。该运动传感器模块对测试信号进行处理并以数字形式将该信号返回到微处理器。该微处理器将返回的数字测试信号与原始的模拟测试信号进行比较以确定运动传感器模块的内部电路是否运行正常。



1、一种用于测试运动传感器的运行的系统，包括：

运动传感器；

具有模拟信号输入端口和串行数字信号输出端口的模数转换器，所述模数转换器连接到所述运动传感器并可操作地产生数字运动传感器输出信号；以及连接到所述模数转换器的微处理器，该系统的特征在于：

所述模数转换器还包括辅助信号输入端口；并且

所述微处理器可操作地将模拟测试信号施加到所述模数转换器辅助信号输入端口；所述模数转换器可操作地处理所述模拟测试信号，将得到的数字测试信号与所述数字运动传感器输出信号串行组合并将组合的信号发送回所述微处理器，所述微处理器进一步可操作地将所述数字测试信号与作为所述模拟测试信号的函数的阈值进行比较并且当所述数字测试信号小于或大于所述阈值时，产生错误信息。

2、根据权利要求1所述系统，其中所述模拟测试信号为方波。

3、根据权利要求2所述系统，其中所述方波具有大于从所述微处理器获得的正常的管脚低电压值的最小电压值，和小于从所述微处理器获得的正常的管脚高电压值的最大电压值。

4、根据权利要求3所述系统，其中所述方波的频率与运动传感器的带宽兼容。

5、根据权利要求4所述系统，其中所述运动传感器包括至少一个加速度计。

6、根据权利要求5所述系统，其中所述运动传感器包括多个加速度计并且所述模数转换器将来自每个加速度计的输出与所述数字测试信号串行组合并将组合的信号发送到所述微处理器。

7、根据权利要求4所述系统，其中所述运动传感器包括至少一个角速率传感器。

8、根据权利要求7所述系统，其中所述运动传感器包括多个角速率传感器并且所述模数转换器将来自每个角速率传感器的输出与所述数字测试信号串行组合并将组合的信号发送到所述微处理器。

9、根据权利要求6所述系统，其中所述微处理器被包含在车辆电子制动系

统中。

10、根据权利要求 9 所述系统，其中所述车辆电子制动系统具有车辆稳定性控制的功能。

11、一种用于测试运动传感器模块的方法，包括下列步骤：

(a) 提供包括具有模拟信号输入端口和串行数字信号输出端口的模数转换器的运动传感器模块，所述模数转换器具有辅助信号输入端口并且可操作地产生数字运动传感器输出信号，还提供连接到模数转换器的微处理器，该方法的特征在于下列步骤：

(b) 将模拟测试信号施加到包含在运动传感器模块中的模数转换器的辅助信号输入端口；

(c) 通过运动传感器模块处理所述模拟测试信号；

(d) 将处理过的模拟测试信号转换为数字测试信号；

(e) 将所述数字测试信号传送到所述微处理器；

(f) 将所述数字测试信号与作为所述模拟测试信号的函数的阈值进行比较；并且

(g) 当确定所述数字测试信号小于或大于所述阈值时，产生错误信息。

12、根据权利要求 11 所述测试的方法，其中步骤 (d) 包括将所述数字测试信号与来自运动传感器的数字信号组合为串行数据信号并且步骤 (e) 包括将组合的串行数据信号传送到微处理器。

13、根据权利要求 12 所述测试的方法，其中在步骤 (b) 中被施加到运动传感器模块的辅助输入管脚的模拟测试信号是方波。

14、根据权利要求 13 所述测试的方法，其中在步骤 (a) 中提供的运动传感器模块包括多个加速度计，并且进一步，其中所述模数转换器在步骤 (d) 中可操作地将来自每个加速度计的数字输出信号转换为数字加速度计信号并且将得到的数字加速度计信号与数字测试信号以串行信号形式组合，所述模数转换器在步骤 (e) 中还可操作地将组合的信号传送到所述微处理器。

15、根据权利要求 13 所述测试的方法，其中在步骤 (a) 中提供的运动传感器模块包括多个角速率传感器，并且进一步，其中所述模数转换器在步骤 (d) 中可操作地将来自每个角速率传感器的数字输出信号转换为数字加速度计信号并且将得到的数字加速度计信号与数字测试信号以串行信号形式组合，所述模数转换器在步骤 (e) 中还可操作地将组合的信号传送给微处理器。

用于运动传感器的故障安全测试

技术领域

本发明一般涉及运动传感器，并尤其涉及一种用于运动传感器的故障安全测试。

背景技术

用于车辆的电子制动控制系统正在逐渐变得复杂。这种制动系统通常包括防抱死制动系统 (Anti-Lock Brake System) (ABS) 以及牵引控制 (Traction Control) (TC) 系统。另外，还提供了车辆稳定性控制 (Vehicle Stability Control) (VSC) 系统。VSC 系统典型地监视车辆的运动参数并可操作地选择性地启动车辆的车轮制动器和/或调整引擎以避免潜在的不想要的车辆运动，比如，举例来说，车辆翻车 (roll-over)。使用多个运动传感器，比如加速度计和角速率传感器来感知车辆的运动。通过运动传感器的内部部件产生的信号典型地被信号处理电路修正并被提供至电子制动控制系统的电子控制单元 (Electronic Control Unit) (ECU) 的微处理器。该 ECU 微处理器使用存储的算法来监视车辆的运动参数，并且，当探测到车辆存在稳定性问题时，该微处理器启动校正措施。

该运动传感器典型地与辅助电路一起封装，该组件包括一个或多个加速度计和/或一个或多个角速率传感器。该传感器组件也可以包括信号处理电路。运动传感器以及信号处理电路的正常运行是使 VSC 系统成功操作的关键。因此，已知通过采用对传感器组件进行自检的方式对运动传感器进行故障安全测试。这种自检典型地包括将输入信号施加到每个运动传感器。该自检输入信号通过制动系统微处理器产生并被施加到设在运动传感器组件上的自检端口。如果运动传感器运行正常，就会在传感器的输出信号出现固定的偏置。如果微处理器在施加自检信号之后没有探测到该偏置，就表示传感器出了故障并且该微处理器会产生错误信号或代码。但是，在自检过程中，该自检信号可能会使设备饱和 (saturate)，从而在自检过程中限制传感器的有效性。另外，自检技

术的频率可能会受到运动传感器组件的带宽的限制。而且,较低成本的运动传感器组件典型地不包括用于施加自检信号的端口或连接管脚。因此,期望提供一种替代的方式以对运动传感器进行故障安全测试。

发明内容

本发明涉及一种用于运动传感器的故障安全测试。

本发明预期一种电子制动系统,该电子制动系统包括运动传感器和具有模拟信号输入端口或管脚以及串行数字信号输出端口的模数转换器,该模数转换器连接到运动传感器并可操作地产生数字式运动传感器输出信号。该系统还包括连接到模数转换器的微处理器并且该模数转换器还包括辅助信号输入端口。

该制动系统微处理器可操作地将模拟测试信号施加到模数转换器的辅助信号输入端口或管脚,而模数转换器可操作地处理该模拟测试信号并将所得到的数字测试信号与数字运动传感器信号串行组合。该模数转换器还可操作地将所组合的信号发送回微处理器。该微处理器可操作地将该数字测试信号与作为模拟测试信号的函数的阈值进行比较并且该数字测试信号一小于该阈值,就产生错误信息。

本发明还预期一种用于对电子制动系统进行故障安全测试的方法,该电子制动系统包括提供如前所述系统部件并且然后将模拟测试信号施加到模数转换器的辅助输入端口或管脚。该模拟测试信号通过运动传感器模块进行处理并且然后将该处理过的模拟测试信号转换成数字测试信号。该数字测试信号被传输至微处理器,并在其中与作为模拟测试信号的函数的阈值进行比较。最后,如果该数字测试信号小于该阈值则产生错误信息。

当参照附图阅读时,根据随后的优选实施例的详细描述,本发明的各种变化以及优点对本领域技术人员而言将是显而易见的。

附图说明

图 1 是典型的运动传感器的方框图。

图 2 是本发明的方框电路图。

图 3 示出本发明所使用的测试信号。

图 4 是示出本发明的操作的流程图。

具体实施方式

现在参考附图，图1中例示了典型的低成本运动传感器模块10的方框图。该运动传感器模块10包括标记为12, 14和16的三个加速度计或惯性传感器并被用于分别测量沿标为X,Y和Z的三个垂直轴（未示出）方向的加速度。虽然在图1中示出了三个加速度计，但将会认识到本发明还可以用包括少于三个加速度计的运动传感器模块来实施。加速度计12, 14和16被内部振荡器17所激励并且基于在每个加速度计内部的传感元件的加速度感应运动所产生的主要差分电容的原理而运转。每个加速度计12, 14和16的输出都各自地电连接到相应的标记为18, 20和22的电荷放大器，其放大由相关的加速度计所产生的输出信号。图1示出的用于传感器的电荷放大器对加速度信号提供温度补偿。从而，每个电荷放大器18, 20和22都电连接到温度传感器24。将会认识到本发明还可在对传感器输出信号不进行温度补偿的情况下实施。来自每个电荷放大器18, 20和22的输出信号通过1KHz低通滤波器26。

该运动传感器模块10包括两种方法用于最终加速度信号的输出。在标记为28, 30和32的三个模拟信号输出管脚或端口可以得到模拟信号并通过传感器信号处理电路被分别地连接到X,Y和Z加速度传感器上。可选地，该模拟输出信号通过模数（A/D）转换器34并且其得到的数字信号接着被提供给串行外围接口（SPI）36用于数字通信。在图2中示出，该SPI36在传感器模块10和电子制动系统微处理器38之间提供同步串行通信。SPI36的使用允许微处理器38来控制多个模块，包括在主从式配置中的传感器模块10。

在图1示出，SPI36是使用两个控制线和两个数据线的四线式同步串行接口。相对于微处理器38，通用串行时钟信号被提供到SPI36上的时钟输入管脚或端口40并且来自微处理器的数据通过数据输入管脚或端口42被提供到所有的从属单元。微处理器38产生施加到SPI36上的使能管脚或端口44的独立芯片选择信号。该使能管脚44在开始传输数据时变低并且在数据传输结束时变高。传感器模块10在从属数据输出管脚或端口46出现输出，该输出当模块10未被选择以输出数据时维持高阻状态从而不会干涉任何激活的设备。图1还示出了为传感器模块10的内部元件提供电源电压 V_{dd} 的标记为47的管脚以及标记为GND的接地管脚48。

虽然在图 1 中例示了传感器模块 10 的方框图,但将会认识到该模块能够典型地构造为专用集成电路(ASIC)。可选地,该模块的特定部分可以是与分立电子元件组合的 ASIC 的部分。

虽然该传感器模块 10 不包括自检输入管脚,但该模块确实包括辅助输入管脚或端口 50。该辅助输入管脚 50 旨在使用传感器模块 10 中的模数转换器 34 来降低主微处理器上的模数信号转换负载。例如,诸如模块 10 的数字加速度计,能够接收来自转速传感器(未示出)的模拟输出信号,将其转换成数字信号并将转换的数字信号与数字加速度计数据通过数字总线(未示出)以串行数据形式发送至微处理器。

本发明预期使用辅助输入管脚 50 用于传感器模块 10 的故障安全测试。最佳如图 2 所示,辅助输入管脚 50 用作电路运行的看门狗。微处理器 38 在测试信号输出管脚或端口 51 上产生定义的模拟测试信号并将该测试信号施加到电阻分压器或电平移位器电路 52。该分压器电路 52 将测试信号的幅度降低到能够与传感器模块 10 内的模数转换器相兼容的值。该降低的模拟测试信号通过线 54 到达辅助输入管脚 50。该模拟测试信号在传感器模块 10 内部被处理并被 A/D 转换器 34 转换成数字信号。该数字测试信号与传感器模块 10 内的其它的输出数据串行组合并通过串行数据总线 56 被发送回微处理器 38。该测试信号还会通过所包含的任何附加的信号处理电路 58 以进一步修正运动传感器模块 10 的输出。如图 2 所示,这种附加的信号处理电路 58 是可选的。虽然前述的测试没有讨论加速度计的传感部件的故障,但该测试确实覆盖 ASIC 模块和该模块组件的控制部分的大部分。另外,该测试也可以在不干扰实际的加速度测量的情况下连续地运行。虽然在图 2 中示出了分压器电路 52,但将会认识到本发明也可以在没有分压器电路的情况下实施。

本发明预期使用数个模拟测试信号的其中之一。例如,该测试信号输出管脚可以仅仅从地电势转换到高电势,比如 5 伏,或者 0 伏和 5 伏之间的任意电压。然后将该返回的测试信号的幅度与微处理器 38 所发出的测试信号的幅度进行比较。如果该返回的信号的幅度与发出的信号相等,则该传感器以及相关电路会被判断为运行状况令人满意。相反地,如果该返回的信号的幅度确实与发出的信号不相等,则该传感器以及相关电路会被判断为出故障而且会产生错误信息和/或错误标记设置。可选地,该返回的测试信号可以与作为测试信号的函

数的阈值进行比较,例如,测试信号幅度的80%。利用可选的方法,如果该返回的测试信号大于或等于该阈值,则该传感器以及相关电路会被判断为运行状况令人满意。相反地,如果该返回的测试信号小于该阈值,则该传感器以及相关电路会被判断为出故障而且会产生错误信息和/或错误标记设置。

另一个可使用的测试信号为方波60,如图3所示。当微处理器38的测试信号输出管脚51具有在0和5伏之间的电压时,图3示出的测试信号在2伏和4伏之间变化。从而,在全部时间内出现的信号以及诸如导致零电压的断路的故障不会被误认为零电压输出信号。另外,所选择的4伏最大电压能够与传感器模块10内的模数转换器兼容。虽然在图3中示出的测试信号在2伏和4伏之间变化,但将会认识到还可以使用其它的最小和最大电压值。所选择的测试信号60的频率能够与传感器模块10和任意相关电路的带宽兼容。

如前所述,该返回的测试信号电压值会与微处理器38所发出的测试信号的幅度进行比较以确定传感器模块以及相关电路是否运行正常。由于在方波测试信号中使用两个电平,所以这种比较可以只在最大值之间进行,只在最小值之间或者在最大值和最小值之间进行。可选地,该返回的数字测试信号会与作为模拟测试信号的函数的阈值进行比较。如果该返回的测试信号小于该阈值,会产生错误信号。该阈值可以被选择为模拟测试信号最大值的函数或者模拟测试信号最小值的函数。本发明还预期使用两个阈值,其中一个阈值是模拟测试信号最大值的函数且另一个阈值是模拟测试信号最小值的函数。在后一种情况下,如果返回的测试信号的最大值或最小值小于相对应的阈值,会产生错误信息。作为另一种变化,返回的测试信号的最小值可以和与阈值最小值有关的值的范围进行比较,如果返回的测试信号的最小值超出了容许的范围,会产生错误信号。从而,除了如果返回的测试信号的最小值太小而产生错误信号之外,如果返回的测试信号的最小值太大,也会产生错误信号。类似地,返回的测试信号的最大值可以和与阈值最大值有关的值的范围进行比较,如果返回的测试信号的最大值超出了容许的范围,会产生错误信号。

故障安全测试的操作由存储在微处理器38中的算法来控制。该算法的操作将参考图4所示的流程图进行说明。该算法通过块70进入并且进行到在其中微处理器38产生模拟测试信号的功能块72。该测试信号由传感器模块10接收并通过该模块进行处理而在功能块74中被转换为数字信号。然后,该处理过的数

字测试信号在功能块 76 中与传感器输出信号串行组合并通过串行总线 56 被发送回微处理器 38。然后该算法行进到功能块 78。

在功能块 78 中，该返回的数字测试信号与原始的模拟测试信号进行比较。如前所述，该比较可直接在两个信号间产生或者在该返回的数字信号和作为模拟测试信号的函数的阈值之间产生。另外，该返回的数字信号可以与两个阈值进行比较，该两个阈值对应于模拟测试信号的最大值和最小值。同样，比较准则可以是精确的匹配或者在预定的范围之内，例如大于或等于模拟测试信号的幅度的 80%。该预先确定的测试范围可以包括在阈值的计算中。可选地，在一个或两个阈值附近的容许的范围可以用作比较准则。然后该算法行进到判定块 80。

在判定块 80 中，确定比较准则是否在功能块 78 中被满足。如果该比较准则完全满足，则该算法跳转到判定块 82。如果，在判定块 80 中，该比较准则没有完全满足，该算法转移至产生错误信号的功能块 84。在功能块 84 中发生的操作包括产生实际的错误信息和/或设置错误标记(未示出)。然后该算法继续到判定块 82。

在判定块 82 中，确定是否应该继续该算法。在判定块 82 中所使用的准则依赖于操作的状态，例如，连续的测试、周期性的测试或单次测试。另外，该准则可包括车辆的引擎是否正在运行，车辆的点火器是否位于接通位置或者车辆是否在运动中。如果在判定块 82 中确定测试将继续，则该算法返回至功能块 72 并重复测试。如果在判定块 82 中确定测试不继续，则该算法将转移至结束块 86 并退出。

虽然已经关于包括三个加速度计的运动传感器组件对本发明进行了如上描述和例示，但将会认识到本发明也可以用包括一个或多个角速率传感器的运动传感器组件来实施。另外，发明人能够预期本发明还可以用包括加速度计和角速率传感器的运动传感器组件来实施。

根据专利法规的规定，在本发明的优选实施例中已经解释并例示了本发明的工作原理和方式。但是，应当理解的是，在不背离本发明实质和范围的情况下，可以采用除特定的解释和说明之外的方式来实施本发明。

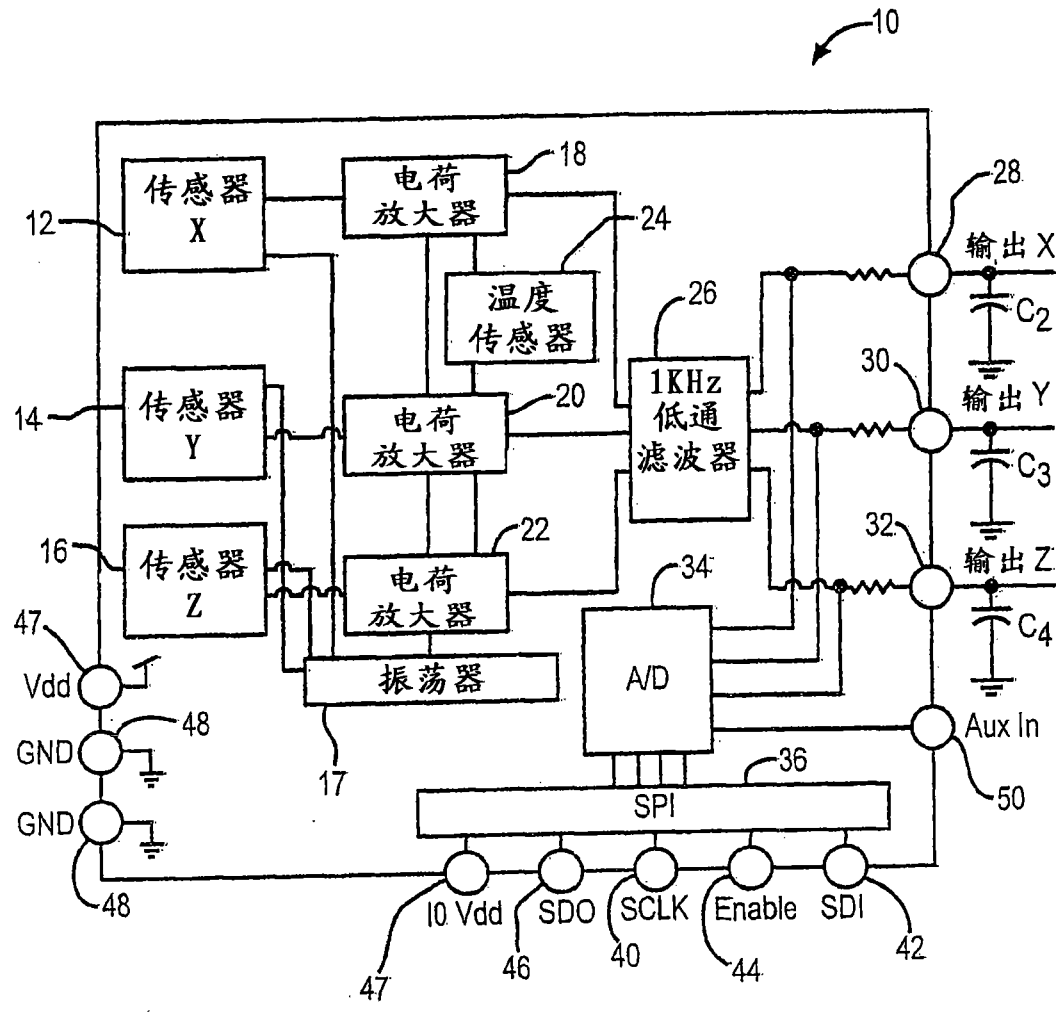


图1

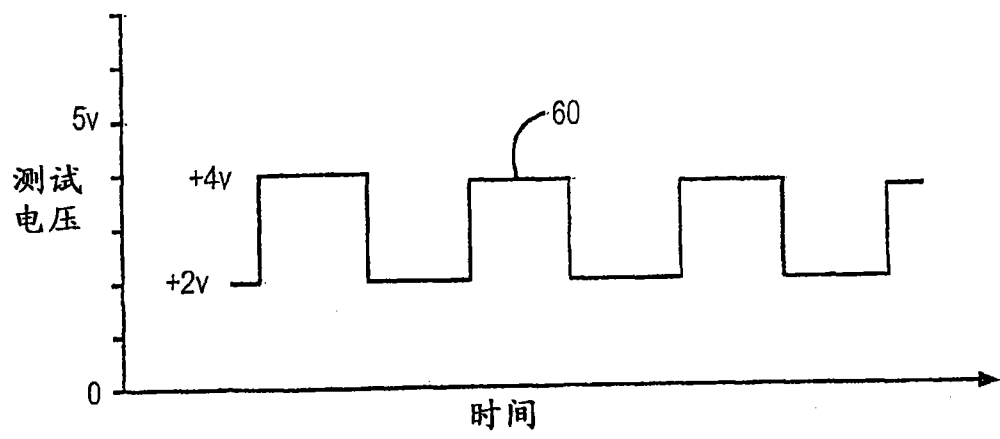


图3

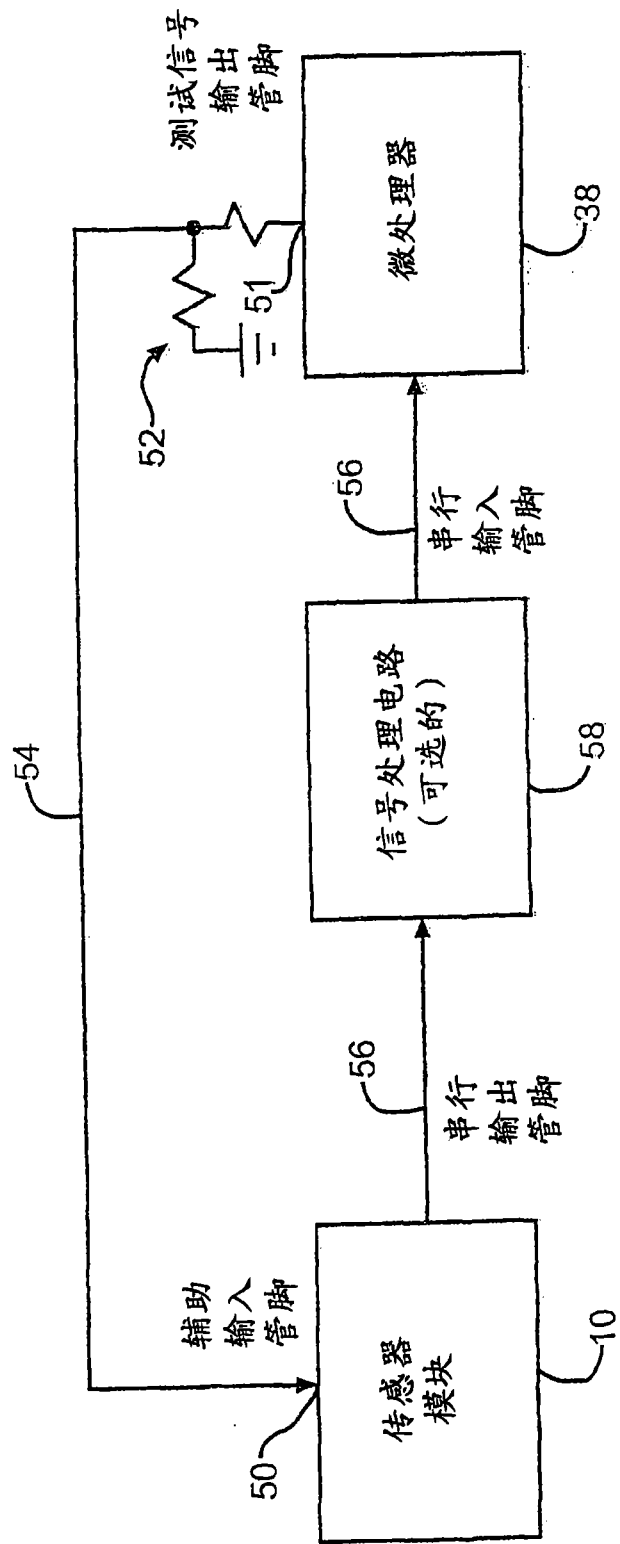


图2

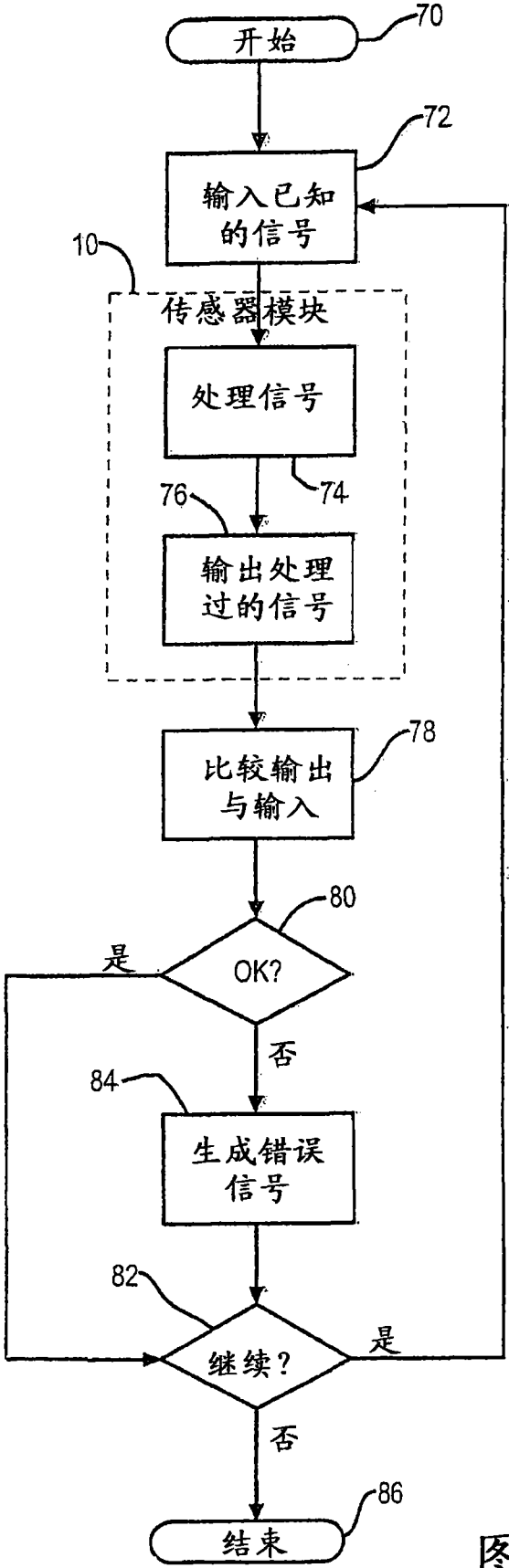


图 4