(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118613729 A
(43)申请公布日 2024.09.06

(21)申请号 202380018544.8
(22)申请日 2023.01.13
(30)优先权数据
2022-015215 2022.02.02 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.07.24
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/000882 2023.01.13
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/149172 JA 2023.08.10
(71)申请人 松下知识产权经营株式会社
地址 日本
(72)发明人 森岳志
(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
专利代理师 邬少俊
(51)Int.Cl.
G01R 31/00(2006.01)

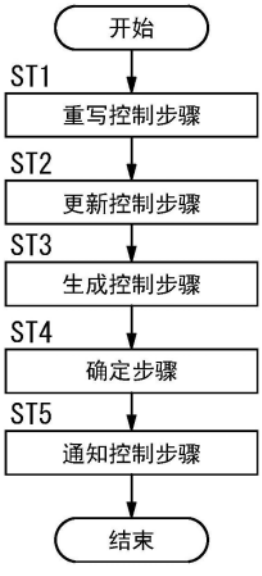
权利要求书2页 说明书14页 附图5页

(54)发明名称

MEMS传感器的诊断方法及诊断系统

(57)摘要

本公开的目的在于验证MEMS传感器所使用的响应函数中的响应系数的重写和更新是否已成功。重写控制步骤(ST1)包括响应于来自外部系统的响应系数的重写指令,使存储装置执行将响应系数从第一响应系数重写为第二响应系数的重写过程。更新控制步骤(ST2)包括使电路单元执行将电路单元从第一响应系数更新为第二响应系数的更新过程。生成控制步骤(ST3)包括在更新控制步骤(ST2)之后,使数字电路单元执行根据输入到MEMS元件或模拟电路单元的测试输入信号而生成测试输出信号的生成过程。确定步骤(ST4)包括执行确定测试输出信号是否在测试输入信号所指定的允许范围内的确定过程。



CN 118613729 A

1.一种MEMS传感器的诊断方法,所述MEMS传感器包括:

MEMS元件,所述MEMS元件被配置为根据外部施加的应力的大小而输出第一模拟信号;

模拟电路单元,所述模拟电路单元被配置为对从所述MEMS元件输出的所述第一模拟信号执行信号处理,以输出信号处理后的第二模拟信号;

A/D转换器,所述A/D转换器被配置为将从所述模拟电路单元输出的所述第二模拟信号转换为数字信号;

数字电路单元,所述数字电路单元被配置为基于从所述A/D转换器输出的所述数字信号,根据所述应力的大小而生成输出信号,以将所述输出信号输出到外部系统;以及

存储装置,所述存储装置被配置为存储所述模拟电路单元或所述数字电路单元中的至少一个电路单元所使用的响应函数中的响应系数,所述诊断方法包括:

重写控制步骤,在所述重写控制步骤中,响应于来自所述外部系统的所述响应系数的重写指令,使所述存储装置执行将所述响应系数从第一响应系数重写为第二响应系数的重写过程;

更新控制步骤,在所述更新控制步骤中,使所述至少一个电路单元执行将所述响应系数从所述第一响应系数更新为所述第二响应系数的更新过程;

生成控制步骤,在所述生成控制步骤中,在所述更新控制步骤之后,使所述数字电路单元执行根据输入到所述MEMS元件或所述模拟电路单元的测试输入信号而生成测试输出信号的生成过程,所述测试输出信号是数字的,所述测试输入信号是模拟的;以及

确定步骤,在所述确定步骤中,执行确定所述测试输出信号是否被包括在所述测试输入信号所指定的允许范围内的确定过程。

2.根据权利要求1所述的诊断方法,还包括通知控制步骤,在所述通知控制步骤中,当在所述确定步骤中确定所述测试输出信号不被包括在所述允许范围内时,使所述外部系统执行通知所述重写控制步骤或所述更新控制步骤中发生错误的通知过程。

3.根据权利要求1或2所述的诊断方法,其中

所述重写控制步骤、所述更新控制步骤、所述生成控制步骤和所述确定步骤是在所述MEMS传感器激活时或响应于来自所述外部系统的请求而执行的。

4.根据权利要求1或2所述的诊断方法,其中

在执行一次所述重写控制步骤和所述更新控制步骤时,将所述生成控制步骤和作为所述确定步骤的第一确定步骤中的每者执行多次,并且

所述方法还包括第二步骤,在所述第二步骤中,当所述测试输出信号被包括在所述允许范围内的次数大于或等于指定次数时,确定所述响应系数的重写和更新已成功。

5.根据权利要求1或2所述的诊断方法,其中

所述测试输入信号是根据施加到所述MEMS元件的测试应力的大小的交流信号。

6.根据权利要求1或2所述的诊断方法,其中

所述至少一个电路单元包括低通滤波器。

7.一种MEMS传感器的诊断系统,所述MEMS传感器包括:

MEMS元件,所述MEMS元件被配置为根据外部施加的应力的大小而输出第一模拟信号;

模拟电路单元,所述模拟电路单元被配置为对从所述MEMS元件输出的所述第一模拟信号执行信号处理,以输出信号处理后的第二模拟信号;

A/D转换器,所述A/D转换器被配置为将从所述模拟电路单元输出的所述第二模拟信号转换为数字信号;

数字电路单元,所述数字电路单元被配置为基于从所述A/D转换器输出的所述数字信号,根据所述应力的大小而生成输出信号,以将所述输出信号输出到外部系统;以及

存储装置,所述存储装置被配置为存储所述模拟电路单元或所述数字电路单元中的至少一个电路单元所使用的响应函数中的响应系数,所述诊断系统包括:

重写控制器,所述重写控制器被配置为响应于来自所述外部系统的所述响应系数的重写指令,使所述存储装置执行将所述响应系数从第一响应系数重写为第二响应系数的重写过程;

更新控制单元,所述更新控制单元被配置为使所述至少一个电路单元执行将所述响应系数从所述第一响应系数更新为所述第二响应系数的更新过程;

生成控制器,所述生成控制器被配置为在所述更新控制单元使所述至少一个电路单元执行所述更新过程之后,使所述数字电路单元执行根据输入到所述MEMS元件或所述模拟电路单元的测试输入信号而生成测试输出信号的生成过程,所述测试输出信号是数字的,所述测试输入信号是模拟的;以及

确定单元,所述确定单元被配置为执行确定所述测试输出信号是否被包括在所述测试输入信号所指定的允许范围内的确定过程。

8.根据权利要求7所述的诊断系统,其中

所述重写控制器、所述更新控制单元、所述生成控制器和所述确定单元与所述MEMS传感器集成。

MEMS传感器的诊断方法及诊断系统

技术领域

[0001] 本公开总体涉及MEMS传感器的诊断方法和MEMS传感器的诊断系统。本公开具体涉及一种用于诊断MEMS传感器的MEMS传感器的诊断方法和用于诊断MEMS传感器的MEMS传感器的诊断系统。

背景技术

[0002] 专利文献1描述了一种加速度传感器(MEMS传感器),包括:至少一个微机械传感器元件(MEMS元件);电子评估单元;以及监测器。至少一个微机械传感器元件拾取加速度。评估单元具有冗余信号路径,包括用于至少一个传感器元件中的每一个的单独A/D转换器。监测器监测与至少一个A/D转换器的功能相关的参数。

[0003] 专利文献

[0004] 专利文献1:JP 2015-515616 A

发明内容

[0005] 本公开的一个目的是提供一种MEMS传感器的诊断方法和MEMS传感器的诊断系统,其被配置为验证MEMS传感器所使用的响应函数中的响应系数的重写和更新是否已成功。

[0006] 根据本公开的一方面的MEMS传感器的诊断方法是诊断MEMS传感器的方法,该MEMS传感器包括MEMS元件、模拟电路单元、A/D转换器、数字电路单元和存储装置。MEMS元件被配置为根据外部施加的应力的大小而输出第一模拟信号。模拟电路单元被配置为对从MEMS元件输出的第一模拟信号执行信号处理以输出信号处理后的第二模拟信号。A/D转换器被配置为将从模拟电路单元输出的第二模拟信号转换为数字信号。数字电路单元被配置为基于从A/D转换器输出的数字信号根据应力的大小而生成输出信号,以将输出信号输出到外部系统。存储装置被配置为存储模拟电路单元或数字电路单元中的至少一个电路单元所使用的响应函数中的响应系数。MEMS传感器的诊断方法包括重写控制步骤、更新控制步骤、生成控制步骤和确定步骤。重写控制步骤包括响应于来自外部系统的响应系数的重写指令,使存储装置执行将响应系数从第一响应系数重写为第二响应系数的重写过程。更新控制步骤包括使至少一个电路单元执行将响应系数从第一响应系数更新为第二响应系数的更新过程。生成控制步骤包括在更新控制步骤之后,使数字电路单元执行根据输入到MEMS元件或模拟电路单元的测试输入信号而生成测试输出信号的生成过程,测试输出信号是数字的,测试输入信号是模拟的。确定步骤包括执行确定测试输出信号是否被包括在测试输入信号所指定的允许范围内的确定过程。

[0007] 根据本公开的一方面的MEMS传感器的诊断系统是用于诊断MEMS传感器的系统,MEMS传感器包括MEMS元件、模拟电路单元、A/D转换器、数字电路单元和存储装置。MEMS元件被配置为根据外部施加的应力的大小而输出第一模拟信号。模拟电路单元被配置为对从MEMS元件输出的第一模拟信号执行信号处理,以输出信号处理后的第二模拟信号。A/D转换器被配置为将从模拟电路单元输出的第二模拟信号转换为数字信号。数字电路单元被配置

为基于从A/D转换器输出的数字信号,根据应力的大小而生成输出信号,以将输出信号输出到外部系统。存储装置被配置为存储模拟电路单元或数字电路单元中的至少一个电路单元所使用的响应函数中的响应系数。MEMS传感器的诊断系统包括重写控制器、更新控制单元、生成控制器和确定单元。重写控制器被配置为响应于来自外部系统的响应系数的重写指令,使存储装置执行将响应系数从第一响应系数重写为第二响应系数的重写过程。更新控制单元被配置为使至少一个电路单元执行将响应系数从第一响应系数更新为第二响应系数的更新过程。生成控制器被配置为在更新控制单元使至少一个电路单元执行更新过程之后,使数字电路单元执行根据输入到MEMS元件或模拟电路单元的测试输入信号而生成测试输出信号的生成过程,测试输出信号为数字的,测试输入信号为模拟的。确定单元被配置为执行确定测试输出信号是否被包括在测试输入信号所指定的允许范围内的确定过程。

附图说明

[0008] 图1是根据实施例的MEMS传感器的诊断方法的流程图;

[0009] 图2是根据实施例的MEMS传感器的诊断系统的框图;

[0010] 图3是MEMS传感器中使用的低通滤波器的频率特性图;

[0011] 图4是根据实施例的第一变型的MEMS传感器中使用的高通滤波器的频率特性图;

[0012] 图5是根据实施例的第二变型的MEMS传感器的诊断系统的框图;

[0013] 图6是根据实施例的第二变型的MEMS传感器的诊断方法的流程图。

具体实施方式

[0014] (实施例)

[0015] 下面将参考附图描述根据实施例的MEMS传感器的诊断方法和MEMS传感器的诊断系统。在以下实施例的描述中要参考的附图都是示意性表示。因此,附图上所示的各组成元件的尺寸(包括厚度)的比例并不总是反映它们的实际尺寸比例。此外,下面实施例中描述的配置仅仅是本公开的示例。本公开不限于下面描述的实施例,并且可以根据设计等以各种方式进行修改,只要产生本公开的效果即可。

[0016] (1)概述

[0017] 首先,将参考图1和图2描述根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法和MEMS传感器1的诊断系统10的概述。

[0018] 根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法是诊断MEMS传感器1的方法。微机电系统(MEMS)传感器1例如是陀螺仪传感器(角速度传感器)。在本实施例中,作为示例,假设MEMS传感器1是单轴振动结构陀螺仪传感器。MEMS传感器1不限于陀螺仪传感器,而可以是例如加速度传感器。

[0019] 附带地,MEMS传感器1包括稍后描述的模拟电路单元12和数字电路单元14。模拟电路单元12或数字电路单元14中的至少一个电路单元使用响应函数。至少一个电路单元更新响应函数中的响应系数以根据如此更新的响应系数来输出信号。因此,当响应系数尚未更新时,输出根据更新之前的响应系数的信号。因此,在MEMS传感器1的领域中,需要一种被配置为验证响应系数的更新是否已成功的系统。根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法具有以下配置以实现该目的。

[0020] 也就是说,根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法是诊断包括MEMS元件11、模拟电路单元12、A/D转换器13、数字电路单元14和存储装置15的MEMS传感器1的方法。MEMS元件11根据外部施加的应力的大小而输出第一模拟信号。模拟电路单元12对从MEMS元件11输出的第一模拟信号执行信号处理,以输出信号处理之后的第二模拟信号。A/D转换器13将从模拟电路单元12输出的第二模拟信号转换为数字信号。数字电路单元14基于从A/D转换器13输出的数字信号,根据应力的大小而生成输出信号,以将输出信号输出到外部系统2。存储装置15存储模拟电路单元12或数字电路单元14中的至少一个电路单元所使用的响应函数中的响应系数。如图1所示,MEMS传感器1的诊断方法包括重写控制步骤ST1、更新控制步骤ST2、生成控制步骤ST3和确定步骤ST4。重写控制步骤ST1包括响应于来自外部系统2的响应系数的重写指令,使存储装置15执行将响应系数从第一响应系数重写为第二响应系数的重写过程。更新控制步骤ST2包括使至少一个电路单元执行将响应系数从第一响应系数更新为第二响应系数的更新过程。生成控制步骤ST3包括在更新控制步骤ST2之后,使数字电路单元14执行根据输入到MEMS元件11或模拟电路单元12的测试输入信号而生成测试输出信号的生成过程,测试输出信号是数字的,测试输入信号是模拟的。确定步骤ST4包括执行确定测试输出信号是否被包括在测试输入信号所指定的允许范围内的确定过程。

[0021] 因此,根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法在确定步骤ST4中确定测试输出信号是否被包括在测试输入信号所指定的允许范围内。因此,如果测试输出信号被包括在允许范围内,则可以确定响应系数的重写和更新已经成功,并且,如果测试输出信号未被包括在允许范围内,则可以确定响应系数的重写和更新失败。即,根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法能够验证MEMS传感器1所使用的响应函数中的响应系数的重写和更新是否已成功。

[0022] 此外,根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法可以通过例如如图2所示的MEMS传感器1的诊断系统10来实现。即,MEMS传感器1的诊断系统10是用于实现上述MEMS传感器1的诊断方法的一方面。根据实施例的MEMS传感器1的诊断系统10是用于诊断包括MEMS元件11、模拟电路单元12、A/D转换器13、数字电路单元14和存储装置15的MEMS传感器1的系统。如图2所示,MEMS传感器1的诊断系统10包括重写控制器161、更新控制单元162、生成控制器163和确定单元164。重写控制器161响应于来自外部系统2的响应系数的重写指令,使存储装置15执行将响应系数从第一响应系数重写为第二响应系数的重写过程。更新控制单元162使至少一个电路单元执行将响应系数从第一响应系数更新为第二响应系数的更新过程。在更新控制单元162使至少一个电路单元执行更新过程之后,生成控制器163使数字电路单元14执行根据输入到MEMS元件11或模拟电路单元12的测试输入信号而生成测试输出信号的生成过程,测试输出信号是数字的,测试输入信号是模拟的。确定单元164执行确定测试输出信号是否被包括在测试输入信号所指定的允许范围内的确定过程。

[0023] (2)细节

[0024] 接下来,将参考图2描述根据实施例的MEMS传感器1的诊断系统10的细节。

[0025] 如图2所示,根据实施例的MEMS传感器1包括MEMS元件11、模拟电路单元12、A/D转换器13、数字电路单元14、存储装置15、控制器16和输入端/输出端17。在本实施例中,MEMS传感器1的控制器16用作MEMS传感器1的诊断系统10。也就是说,根据实施例的MEMS传感器1的诊断系统10与MEMS传感器1集成在一起。换句话说,后面将描述的重写控制器161、更新控制单元162、生成控制器163和确定单元164与MEMS传感器1集成在一起。在本实施例中,模拟

电路单元12、A/D转换器13、数字电路单元14、存储装置15、控制器16和输入端/输出端17被配置为单个专用集成电路(ASIC)。注意,模拟电路单元12、A/D转换器13、数字电路单元14、存储装置15、控制器16和输入端/输出端17不限于单个ASIC,而可以被配置为例如一个或多个集成电路(IC)或微型计算机。

[0026] (2.1)MEMS元件

[0027] MEMS元件11例如是角速度检测元件,其被配置为检测彼此正交的X轴、Y轴和Z轴的绕Z轴的角速度。MEMS元件11包括例如振动器和检测电极。振动器例如在X轴方向上振动(发生位移)。检测电极根据检测电极和振动器之间产生的静电电容来检测振动器根据科里奥利力在Y轴方向上的位移。即,MEMS传感器1是电容式陀螺仪传感器。MEMS元件11根据外部施加的应力的大小而输出第一模拟信号(电压信号)。换句话说,MEMS元件11根据在MEMS元件11处产生的科里奥利力而输出第一模拟信号。

[0028] 注意,MEMS元件11的配置不限于上述配置,而是MEMS元件11可以具有其他配置,只要能够检测到绕Z轴的角速度。此外,MEMS传感器1不限于电容式,而是可以是例如压电式。

[0029] (2.2)模拟电路单元

[0030] 模拟电路单元12具有连接到MEMS元件11的输出端子的输入端子。模拟电路单元12接收从MEMS元件11输出的第一模拟信号。模拟电路单元12对从MEMS元件11输出的第一模拟信号执行信号处理,具体地,模拟电路单元12对来自MEMS元件11的第一模拟信号执行相干检测,以从第一模拟信号中提取出与科里奥利力对应的分量信号。此处,在本实施例中,分量信号对应于第二模拟信号。也就是说,模拟电路单元12对从MEMS元件11输出的第一模拟信号执行信号处理,以输出信号处理后的第二模拟信号。

[0031] (2.3)A/D转换器

[0032] 模拟-到-数字(A/D)转换器13具有连接到模拟电路单元12的输出端子的输入端子。A/D转换器13接收从模拟电路单元12输出的第二模拟信号。A/D转换器13将第二模拟信号转换为数字信号并将该数字信号输出到数字电路单元14。

[0033] (2.4)数字电路单元

[0034] 数字电路单元14具有连接到A/D转换器13的输出端子的输入端子。数字电路单元14接收从A/D转换器13输出的数字信号。数字电路单元14基于从A/D转换器13输出的数字信号,将根据施加到MEMS元件11的应力的大小的输出信号(角速度信号)输出到外部系统2。

[0035] 具体地,数字电路单元14包括如图2所示的低通滤波器(LPF)141。低通滤波器141例如是数字滤波器。数字电路单元14使用低通滤波器141从A/D转换器13输出的数字信号中去除或减少频率高于第一频率范围的第二频率范围的分量,从而提取第一频率范围的信号。此外,数字电路单元14对如此提取的信号执行增益调整和/或偏移调整,并进一步执行补偿过程(例如,温度补偿过程),以计算例如角速度的单位时间的平均值。然后,数字电路单元14生成包括角速度的单位时间的平均值的角速度信号(输出信号),并将该角速度信号输出到外部系统2。

[0036] 在本实施例中,作为模拟电路单元12和数字电路单元14之一的数字电路单元14具有响应函数。响应函数例如是低通滤波器141的传递函数。此外,响应函数中的响应系数例如是低通滤波器141的增益。

[0037] (2.5)存储装置

[0038] 存储装置15包括诸如闪存等的非易失性存储器。存储装置15存储数字电路单元14所使用的响应函数中的响应系数。更具体地说,存储装置15存储如表1所示的查找表。在表1中,低通滤波器和高通滤波器被示出为数字电路单元14中使用的滤波器的示例。

[0039] [表1]

[0040]

滤波器的类型	截止频率（Hz）	增益（dB）
LPF	10	-6.5
	30	-0.6
	60	0
HPF	10	0
	30	-9.0
	60	-35.0

[0041] (2.6)控制器

[0042] 如上所述,控制器16用作根据实施例的MEMS传感器1的诊断系统10。

[0043] 如图2所示,控制器16包括重写控制器161、更新控制单元162、生成控制器163、确定单元164和通知控制器165。换句话说,MEMS传感器1的诊断系统10包括重写控制器161、更新控制单元162、生成控制器163、确定单元164和通知控制器165。

[0044] 重写控制器161响应于来自外部系统2的重写指令,使存储装置15执行重写过程。重写过程是将响应系数从第一响应系数重写为第二响应系数的过程。即,存储装置15在重写过程中响应于来自重写控制器161的控制指令,将响应系数从第一响应系数重写为第二响应系数。

[0045] 更新控制单元162使模拟电路单元12或数字电路单元14中的至少一个电路单元执行更新过程。更新过程是将响应系数从第一响应系数更新为第二响应系数的过程。即,至少一个电路单元响应于来自更新控制单元162的控制指令,将响应系数从第一响应系数更新为第二响应系数。在本实施例中,至少一个电路单元为数字电路单元14。

[0046] 在更新控制单元162使数字电路单元14执行更新过程之后,生成控制器163使数字电路单元14执行生成过程。生成过程是根据输入到MEMS元件11的测试输入信号而生成测试输出信号的过程。测试输入信号是输入到MEMS元件11的信号,并且是模拟信号。更具体地,测试输入信号是根据给予MEMS元件11的测试应力的大小的交流信号(AC信号)。测试输出信号是从数字电路单元14输出的数字信号。

[0047] 确定单元164执行确定过程。确定过程是确定测试输出信号是否被包括在允许范围内的过程。测试输出信号的允许范围由测试输入信号指定。此外,在确定过程中,如果测试输出信号被包括在允许范围内,则确定单元164确定响应系数的重写和更新已成功,并且如果测试输出信号不被包括在允许范围内,则确定单元164确定响应系数的重写和更新已失败。

[0048] 如果确定单元164确定测试输出信号超出允许范围,则通知控制器165使外部系统2执行通知过程。通知过程是通知在后面将描述的重写控制步骤ST1或更新控制步骤ST2中发生错误的过程。即,外部系统2响应于来自通知控制器165的控制指令,通知在重写控制步骤ST1或更新控制步骤ST2中发生错误。通知方法可以是,例如,当外部系统2包括显示单元

时,在显示单元上显示通知内容,或者当外部系统2包括扬声器时,通过语音来通知所述通知内容。因此,MEMS传感器1的用户可以知道在重写控制步骤ST1或更新控制步骤ST2中发生错误,并且因此响应系数的重写或更新已失败。

[0049] (2.7)输入端/输出端

[0050] 输入端/输出端17包括输入端/输出端17与外部系统2之间的输入/输出接口。输入端/输出端17例如将来自外部系统2的重写指令输入到控制器16(诊断系统10)。此外,输入端/输出端17将来自数字电路单元14的输出信号(角速度信号)、确定单元164的确定结果、来自通知控制器165的控制指令等输出到外部系统2。

[0051] (3)MEMS传感器的诊断方法

[0052] 接下来,将参考图1和图2描述MEMS传感器1的诊断方法。

[0053] 根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法是诊断包括MEMS元件11、模拟电路单元12、A/D转换器13、数字电路单元14和存储装置15的MEMS传感器1的诊断方法。MEMS元件11根据外部施加的应力的大小而输出第一模拟信号。模拟电路单元12对从MEMS元件11输出的第一模拟信号执行信号处理,以输出信号处理后的第二模拟信号。A/D转换器13将从模拟电路单元12输出的第二模拟信号转换为数字信号。数字电路单元14基于从A/D转换器13输出的数字信号,根据应力的大小而生成输出信号,以将输出信号输出到外部系统2。存储装置15存储模拟电路单元12或数字电路单元14中的至少一个所使用的响应函数中的响应系数。MEMS传感器1的诊断方法包括重写控制步骤ST1、更新控制步骤ST2、生成控制步骤ST3和确定步骤ST4。重写控制步骤ST1包括响应于来自外部系统2的响应系数的重写指令,使存储装置15执行将响应系数从第一响应系数重写为第二响应系数的重写过程。更新控制步骤ST2包括使至少一个电路单元(在本实施例中,数字电路单元14)执行将响应系数从第一响应系数更新为第二响应系数的更新过程。生成控制步骤ST3包括在更新控制步骤ST2之后,使数字电路单元14执行根据输入到MEMS元件11或模拟电路单元12的测试输入信号而生成测试输出信号的生成过程。确定步骤ST4包括执行确定测试输出信号是否落在测试输入信号所指定的允许范围内的确定过程。

[0054] 根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法在确定步骤ST4中确定测试输出信号是否落在测试输入信号所指定的允许范围内。因此,如果测试输出信号落在允许范围内,则可以确定响应系数的重写和更新已成功,并且如果测试输出信号落在允许范围之外,则可以确定响应系数的重写或更新已失败。即,根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法能够验证MEMS传感器1所使用的响应函数中的响应系数的重写和更新是否已成功。

[0055] 此外,根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法还包括通知控制步骤ST5。通知控制步骤ST5包括如果在确定步骤ST4中确定测试输出信号不被包括在允许范围内,则使外部系统2执行通知在重写控制步骤ST1或更新控制步骤ST2中发生了错误的通知过程。这可以通知MEMS传感器1的用户在重写控制步骤ST1或更新控制步骤ST2中发生了错误,并且因此响应系数的重写或更新已失败。

[0056] 图1是根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法的流程图。MEMS传感器1的诊断方法包括图1所示的步骤ST1至ST5。注意,图1所示的流程图仅仅是示例,并且可以相应地改变步骤的顺序,或者可以省略(一个或多个)步骤。

[0057] 首先,MEMS传感器1的诊断系统10执行重写控制步骤ST1。在重写控制步骤ST1中,

重写控制器161响应于来自外部系统2的重写指令,使存储装置15执行将存储装置15中存储的响应系数从第一响应系数重写为第二响应系数的重写过程。即,存储装置15响应于来自重写控制器161的控制指令,将响应系数从第一响应系数重写为第二响应系数。

[0058] 接下来,MEMS传感器1的诊断系统10执行更新控制步骤ST2。在更新控制步骤ST2中,更新控制单元162使电路单元(在该实施例中,数字电路单元14)执行将电路单元所使用的响应函数中的响应系数从第一响应系数更新为第二响应系数的更新过程。也就是说,电路单元响应于来自更新控制单元162的控制指令,将响应系数从第一响应系数更新为第二响应系数。

[0059] 然后,MEMS传感器1的诊断系统10在更新控制步骤ST2之后执行生成控制步骤ST3。在生成控制步骤ST3中,生成控制器163将包括模拟信号的测试输入信号输入到MEMS传感器1,以使数字电路单元14生成包括数字信号的测试输出信号。也就是说,数字电路单元14在生成过程中根据从生成控制器163输入到MEMS传感器1的测试输入信号而生成测试输出信号。

[0060] 接下来,MEMS传感器1的诊断系统10执行确定步骤ST4。在确定步骤ST4中,确定单元164执行确定来自数字电路单元14的测试输出信号是否被包括在允许范围内的确定过程。然后,如果测试输出信号被包括在允许范围内,则确定单元164确定响应系数的重写和更新已成功,并且如果测试输出信号不被包括在允许范围内,则确定单元164确定响应系数的重写或更新已失败。

[0061] 最后,如果在确定步骤ST4中确定测试输出信号不被包括在允许范围内,则MEMS传感器1的诊断系统10执行通知控制步骤ST5。在通知控制步骤ST5中,通知控制器165使外部系统2执行通知过程,通知过程通知在重写控制步骤ST1或更新控制步骤ST2中发生了错误,即,响应系数的重写或更新已失败。也就是说,外部系统2响应于来自通知控制器165的控制指令而执行上述通知过程。

[0062] 这里,在根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法中,在MEMS传感器1启动时执行上述的重写控制步骤ST1、更新控制步骤ST2、生成控制步骤ST3和确定步骤ST4。由于在MEMS传感器1启动时没有外部应力施加到MEMS传感器1,因此可以减少由于施加到MEMS传感器1的实际应力而导致的错误诊断。

[0063] (4)确定步骤的细节

[0064] 接下来,将参考图3描述确定步骤ST4的细节。图3是数字电路单元14中包括的低通滤波器141的频率特性图。在图3中,图3中的横坐标表示频率,并且纵坐标表示增益。此外,在图3中,低通滤波器141的截止频率为10Hz。另外,在图3中,除了测试输入信号所指定的测试输出信号的允许范围之外的部分用点画出阴影。也就是说,允许范围是图3中没有用点画出阴影的部分。

[0065] 在确定步骤ST4中,确定单元164对从数字电路单元14输出的测试输出信号执行诸如傅里叶变换之类的处理,从而获得低通滤波器141的频率特性(参见图3)。根据图3,低通滤波器141的增益被包括在允许范围内。例如,当测试输出信号的频率为20Hz时,低通滤波器141的增益为-6.5dB。类似地,根据存储装置15中存储的查找表(见表1),截止频率为10Hz的低通滤波器141在测试输出信号的频率为20Hz时具有-6.5dB的增益。由于两个结果一致,因此确定单元164确定低通滤波器141的响应系数(增益)的重写和更新已成功。此外,如果

两个结果不一致,则确定单元164确定低通滤波器141的响应系数的重写或更新已失败。如本公开中使用的,“A和B一致”不仅包括A和B完全相同的情况,还包括B被包括在包括A的预定范围内的情况。

[0066] 因此,根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法和MEMS传感器1的诊断系统10能够验证MEMS传感器1所使用的响应函数中的响应系数的重写和更新是否已成功。

[0067] (5)效果

[0068] 根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法在确定步骤ST4中确定测试输出信号是否落在测试输入信号所指定的允许范围内。因此,如果测试输出信号落在允许范围内,则可以确定响应系数的重写和更新已成功,并且如果测试输出信号落在允许范围之外,则可以确定响应系数的重写或更新已失败。也就是说,根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法能够验证MEMS传感器1所使用的响应函数中的响应系数的重写和更新是否已成功。

[0069] 此外,根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法还包括通知控制步骤ST5。这使得外部系统2能够通知在重写控制步骤ST1或更新控制步骤ST2中发生了错误。

[0070] 此外,在根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法中,在MEMS传感器1启动时执行重写控制步骤ST1、更新控制步骤ST2、生成控制步骤ST3和确定步骤ST4。因此,可以减少由于外部施加到MEMS传感器1的实际应力而导致的错误诊断。

[0071] 此外,在根据实施例的MEMS传感器1的诊断方法中,测试输入信号是根据对MEMS元件11的测试应力的大小的交流信号。因此,只需向MEMS元件11或模拟电路单元12输入交流信号,就能够验证MEMS传感器1所使用的响应函数中的响应系数的重写和更新是否已成功。

[0072] (6)变型

[0073] 上述实施例仅仅是本公开的各种实施例的示例。只要达到本公开的目的,上述实施例可以根据设计等进行各种修改。此外,例如,可以通过MEMS传感器1的诊断系统10、(计算机)程序或存储该程序的非暂时性记录介质来实现与根据上述实施例的MEMS传感器1的诊断方法类似的功能。

[0074] 下面将列举上述实施例的变型。可以根据需要组合下面将要描述的任何变型。

[0075] (6.1)第一变型

[0076] 根据第一变型的MEMS传感器1的诊断系统与根据上述实施例的MEMS传感器1的诊断系统10的不同之处在于,数字电路单元14中使用的滤波器是高通滤波器。下面将参考图4描述根据第一变型的MEMS传感器1的诊断系统和MEMS传感器1的诊断方法。注意,在根据第一变型的MEMS传感器1的诊断系统中,与根据上述实施例的MEMS传感器1的诊断系统10中的构成要素类似的构成要素用与实施例中相同的附图标记来表示,并省略其描述。此外,在根据第一变型的MEMS传感器1的诊断方法中,与根据上述实施例的MEMS传感器1的诊断方法中的构成要素类似的构成要素用与实施例中相同的附图标记来表示,并省略其描述。

[0077] 根据第一变型的MEMS传感器1的诊断系统执行上述的重写控制步骤ST1、更新控制步骤ST2、生成控制步骤ST3、确定步骤ST4和通知控制步骤ST5,且按此顺序执行。MEMS传感器1的诊断系统在确定步骤ST4中确定来自数字电路单元14的测试输出信号是否被包括在允许范围内。

[0078] 这里,图4是数字电路单元14中使用的高通滤波器的频率特性图。在图4中,横坐标表示频率,并且图4中的纵坐标表示增益。此外,在图4中,高通滤波器的截止频率为10Hz。此

外,在图4中,除了测试输入信号所指定的允许范围之外的部分用点画出阴影。也就是说,允许范围是图4中没有用点画出阴影的部分。

[0079] 在确定步骤ST4中,确定单元164对从数字电路单元14输出的测试输出信号执行诸如傅里叶变换的处理,从而获得高通滤波器的频率特性(参见图4)。根据图4,高通滤波器的增益被包括在允许范围内。例如,当测试输出信号的频率为20Hz时,高通滤波器的增益为0dB。同样,根据存储装置15中存储的查找表(见表1),截止频率为10Hz的高通滤波器在测试输出信号的频率为20Hz时具有0dB的增益。由于两个结果一致,因此确定单元164确定高通滤波器的响应系数(增益)的重写和更新已成功。此外,如果两个结果不一致,则确定单元164确定高通滤波器的响应系数的重写或更新已失败。

[0080] 因此,根据第一变型的MEMS传感器1的诊断方法和MEMS传感器1的诊断系统能够验证MEMS传感器1所使用的响应函数中的响应系数的重写和更新是否已成功。

[0081] (6.2)第二变型

[0082] 根据第二变型的MEMS传感器1的诊断方法与根据上述实施例的MEMS传感器1的诊断方法的不同之处在于,第二变型的诊断方法包括两个确定步骤(第一确定步骤ST14和第二确定步骤ST16)。下面将参考图5和图6描述根据第二变型的MEMS传感器1的诊断方法和MEMS传感器1的诊断系统10A。注意,在根据第二变型的MEMS传感器1的诊断系统10A中,与根据上述实施例的MEMS传感器1的诊断系统10中的构成要素类似的构成要素用与实施例中相同的附图标记来表示,并且将省略其描述。

[0083] (6.21)诊断系统

[0084] 首先,将参考图5描述根据第二变型的MEMS传感器1的诊断系统10A。

[0085] 如图5所示,根据第二变型的MEMS传感器1的诊断系统10A包括重写控制器161、更新控制单元162、生成控制器163、通知控制器165、第一确定单元166和第二确定单元167。第一确定单元166对应于根据上述实施例的MEMS传感器1的诊断系统10的确定单元164。也就是说,第一确定单元166执行确定来自数字电路单元14(参见图2)的测试输出信号是否被包括在测试输入信号所指定的允许范围内的第一确定过程,测试输出信号是数字的,测试输入信号是模拟的。

[0086] 当重写控制器161使存储装置15执行一次重写过程并且更新控制单元162使电路单元(在该变型中为数字电路单元14)执行一次更新过程时,生成控制器163向MEMS传感器1输出多个(例如,三个)测试输入信号。

[0087] 第一确定单元166响应于多个测试输入信号对从数字电路单元14(参见图2)输出的多个测试输出信号中的每一个执行第一确定过程。也就是说,当重写控制器161使存储装置15执行一次重写过程并且更新控制单元162使电路单元执行一次更新过程时,第一确定单元166执行多次(在该变型中为三次)第一确定过程。

[0088] 第二确定单元167根据第一确定单元166的确定结果执行第二确定过程。第二确定过程是确定测试输出信号被包括在允许范围内的次数是否大于或等于指定次数的过程。在第二确定过程中,如果测试输出信号被包括在允许范围内的次数大于或等于指定次数,则第二确定单元167确定响应系数的重写和更新已成功,并且如果测试输出信号落在允许范围内的次数小于指定次数,则第二确定单元167确定响应系数的重写或更新已失败。这里,当第一确定过程执行的次数为三次(如本变型的情况)时,指定次数例如为两次。也就是说,

如果指定次数与执行第一确定过程的次数的比例大于或等于规定值(例如,60%),则第二确定单元167确定响应系数的重写和更新已成功。

[0089] (6.2.2)诊断方法

[0090] 接下来,将参考图6描述根据第二变型的MEMS传感器1的诊断方法。注意,图6中所示的流程图仅仅是示例,并且可以相应地改变步骤的顺序,或者可以省略步骤。

[0091] 根据第二变型的MEMS传感器1的诊断方法包括重写控制步骤ST11、更新控制步骤ST12、生成控制步骤ST13、第一确定步骤ST14、第二确定步骤ST16和通知控制步骤ST17,如图6所示。重写控制步骤ST11对应于上述重写控制步骤ST1,并且更新控制步骤ST12对应于上述更新控制步骤ST2。此外,生成控制步骤ST13对应于上述生成控制步骤ST3,并且通知控制步骤ST17对应于上述通知控制步骤ST5。

[0092] 首先,MEMS传感器1的诊断系统10A执行重写控制步骤ST11。在重写控制步骤ST11中,重写控制器161响应于来自外部系统2的重写指令,使存储装置15执行将存储装置15中存储的响应系数从第一响应系数重写为第二响应系数的重写过程。换句话说,存储装置15响应于来自重写控制器161的控制指令而将响应系数从第一响应系数重写为第二响应系数。

[0093] 接下来,MEMS传感器1的诊断系统10A执行更新控制步骤ST12。在更新控制步骤ST12中,更新控制单元162使电路单元(在本变型中为数字电路单元14)执行将数字电路单元14所使用的响应系数从第一响应系数更新为第二响应系数的更新过程。换言之,数字电路单元14响应于来自更新控制单元162的控制指令而将响应系数从第一响应系数更新为第二响应系数。

[0094] 接下来,MEMS传感器1的诊断系统10A在更新控制步骤ST12之后执行生成控制步骤ST13。在生成控制步骤ST13中,生成控制器163向MEMS传感器1输入测试输入信号,以使数字电路单元14根据测试输入信号而生成测试输出信号,测试输入信号是模拟的,测试输出信号是数字的。换言之,数字电路单元14响应于来自生成控制器163的控制指令,根据输入到MEMS传感器1的模拟测试输入信号而生成数字测试输出信号。

[0095] 接下来,MEMS传感器1的诊断系统10A执行第一确定步骤ST14。在第一确定步骤ST14中,第一确定单元166执行确定来自数字电路单元14的测试输出信号是否被包括在测试输入信号所指定的允许范围内的第一确定过程。

[0096] 接下来,MEMS传感器1的诊断系统10A确定执行第一确定步骤ST14的次数是否为规定次数(例如,三次)(步骤ST15)。如果执行第一确定步骤ST14的次数不是规定次数(步骤ST15:否),则MEMS传感器1的诊断系统10A返回到生成控制步骤ST13。然后,MEMS传感器1的诊断系统10A重复生成控制步骤ST13和第一确定步骤ST14,直到执行第一确定步骤ST14的次数达到规定次数。当第一确定步骤ST14的执行次数达到规定次数(步骤ST15:是)时,MEMS传感器1的诊断系统10A进行到第二确定步骤ST16。

[0097] 接下来,MEMS传感器1的诊断系统10A执行第二确定步骤ST16。在第二确定步骤ST16中,第二确定单元167执行确定测试输出信号被包括在允许范围内的次数是否大于或等于指定次数的第二确定过程。在第二确定过程中,如果测试输出信号被包括在允许范围内的次数大于或等于指定次数,则第二确定单元167确定重写控制步骤ST11和更新控制步骤ST12已成功,即,响应系数的重写和更新已成功。此外,在第二确定过程中,如果测试输出

信号被包括在允许范围内的次数小于规定次数,则第二确定单元167确定重写控制步骤ST11或更新控制步骤ST12中发生错误,即,响应系数的重写或更新已失败。

[0098] 如果第二确定单元167的确定结果为重写控制步骤ST11或更新控制步骤ST12中发生错误,则MEMS传感器1的诊断系统10A最终执行通知控制步骤ST17。在通知控制步骤ST17中,通知控制器165向外部系统2输出控制指令,以使外部系统2通知重写控制步骤ST11或更新控制步骤ST12中发生错误,即,响应系数的重写或更新已失败。

[0099] 即,在根据第二变型的MEMS传感器1的诊断方法中,在执行一次重写控制步骤ST11和更新控制步骤ST12时,执行多次生成控制步骤ST13和第一确定步骤ST14。然后,在MEMS传感器1的诊断方法中,如果测试输出信号被包括在允许范围内的次数大于或等于指定次数,则执行确定响应系数的重写和更新已成功的第二确定步骤ST16。这能够验证MEMS传感器1所使用的响应函数中的响应系数的重写和更新是否已成功。

[0100] (6.3)其他变型

[0101] 以下列举其他变型。

[0102] 本公开中的MEMS传感器1的诊断系统10或执行MEMS传感器1的诊断方法的主体包括计算机系统。计算机系统可以包括处理器和存储器作为其主要硬件部件。处理器执行存储在计算机系统存储器中的程序,从而实施作为本公开的MEMS传感器1的诊断系统10或执行MEMS传感器1的诊断方法的主体的功能。程序可以预先存储在计算机系统的存储器中。替代地,程序也可以通过电信网络下载,或者在被记录在计算机系统可读取的某些非临时存储介质(例如存储卡、光盘或硬盘驱动器)中之后进行分发。计算机系统的处理器包括一个或多个电子电路,包括半导体集成电路(IC)或大规模集成电路(LSI)。如本文所用的,诸如IC或LSI的“集成电路”根据其集成度有不同的名称。集成电路的示例包括系统LSI、非常大规模集成电路(VLSI)和超大规模集成电路(ULSI)。可选地,也可以采用在制造LSI之后进行编程的现场可编程门阵列(FPGA)或允许重新配置LSI内部的连接或电路部分的可重构逻辑装置作为处理器。这些电子电路可以一起集成在单个芯片上或分布在多个芯片上,以合适的方式为准。这些多个芯片可以一起集成在单个装置中或分布在多个装置中,没有限制。如本文所用的,“计算机系统”包括微控制器,该微控制器包括一个或多个处理器和一个或多个存储元件。因此,微控制器也由一个或多个电子电路组成,包括半导体集成电路或大规模集成电路。

[0103] 此外,将MEMS传感器1的诊断系统10的多个功能集中到一个壳体中并不是MEMS传感器1的诊断系统10的必要配置。MEMS传感器1的诊断系统10的部件可以分布在多个壳体中。替代地,MEMS传感器1的诊断系统10的至少一些功能,例如,确定单元164的功能,也可以实现为云计算系统。

[0104] 在上述实施例中,测试输入信号输入到MEMS元件11,但是,例如,测试输入信号可以输入到模拟电路单元12。在这种情况下,可以省略MEMS元件11中的处理时间,这使得MEMS传感器1的整体处理时间减少。注意,如果MEMS元件11的响应性较差,则必须将测试输入信号输入到MEMS元件11。

[0105] 在上述实施例中,MEMS传感器1与MEMS传感器1的诊断系统10(重写控制器161、更新控制单元162、生成控制器163和确定单元164)相互集成,但MEMS传感器1与MEMS传感器1的诊断系统10可以相互分离。此外,在上述实施例中,MEMS传感器1的诊断系统10的整体与

MEMS传感器1相互集成,但例如,MEMS传感器1的诊断系统10的部分(例如,确定单元164)与MEMS传感器1可以相互集成。

[0106] 在上述实施例中,重写控制步骤ST1、更新控制步骤ST2、生成控制步骤ST3和确定步骤ST4是在MEMS传感器1激活时执行的。相反,例如,重写控制步骤ST1、更新控制步骤ST2、生成控制步骤ST3和确定步骤ST4可以响应于来自外部系统2的请求而执行。因此,可以在MEMS传感器1的用户喜欢的时间进行诊断。

[0107] 在上述实施例中,数字电路单元14包括低通滤波器141,但模拟电路单元12可以包括低通滤波器,或者模拟电路单元12和数字电路单元14都可以包括低通滤波器。总之,模拟电路单元12或数字电路单元14中的至少一个电路单元包括低通滤波器。

[0108] (方面)

[0109] 本说明书公开了以下方面。

[0110] 第一方面的MEMS传感器(1)的诊断方法是诊断包括MEMS元件(11)、模拟电路单元(12)、A/D转换器(13)、数字电路单元(14)和存储装置(15)的MEMS传感器(1)的方法。MEMS元件(11)被配置为根据外部施加的应力的大小而输出第一模拟信号。模拟电路单元(12)被配置为对从MEMS元件(11)输出的第一模拟信号执行信号处理,以输出信号处理后的第二模拟信号。A/D转换器(13)被配置为将从模拟电路单元(12)输出的第二模拟信号转换为数字信号。数字电路单元(14)被配置为基于从A/D转换器(13)输出的数字信号,根据应力的大小而生成输出信号,以将输出信号输出到外部系统(2)。存储装置(15)被配置为存储由模拟电路单元(12)或数字电路单元(14)中的至少一个电路单元使用的响应函数中的响应系数。MEMS传感器(1)的诊断方法包括重写控制步骤(ST1;ST11)、更新控制步骤(ST2;ST12)、生成控制步骤(ST3;ST13)和确定步骤(ST4;ST14)。重写控制步骤(ST1;ST11)包括响应于来自外部系统(2)的响应系数的重写指令,使存储装置(15)执行将响应系数从第一响应系数重写为第二响应系数的重写过程。更新控制步骤(ST2;ST12)包括使至少一个电路单元执行将响应系数从第一响应系数更新为第二响应系数的更新过程。生成控制步骤(ST3;ST13)包括在更新控制步骤(ST2;ST12)之后,使数字电路单元(14)执行根据输入到MEMS元件(11)或模拟电路单元(12)的测试输入信号而生成测试输出信号的生成过程,测试输出信号是数字的,测试输入信号是模拟的。确定步骤(ST4;ST14)包括执行确定测试输出信号是否被包括在测试输入信号所指定的允许范围内的确定过程。

[0111] 该方面使得能够根据测试输出信号是否被包括在允许范围内来验证MEMS传感器(1)使用的响应函数中的响应系数的重写和更新是否已成功。

[0112] 参考第一方面的第二方面的MEMS传感器(1)的诊断方法还包括通知控制步骤(ST5)。通知控制步骤(ST5)包括:当在确定步骤(ST4)中确定测试输出信号不被包括在允许范围内时,使外部系统(2)执行通知重写控制步骤(ST1)或更新控制步骤(ST2)中发生错误的通知过程。

[0113] 该方面使外部系统(2)能够通知在重写控制步骤(ST1)或更新控制步骤(ST2)中发生错误。

[0114] 在参考第一或第二方面中任一项的第三方面的MEMS传感器(1)的诊断方法中,在MEMS传感器(1)激活时或响应于来自外部系统(2)的请求,执行重写控制步骤(ST1)、更新控制步骤(ST2)、生成控制步骤(ST3)和确定步骤(ST4)。

[0115] 该方面使得在MEMS传感器(1)激活时由于施加到MEMS元件(11)的实际应力而导致的错误诊断减少。此外,在来自外部系统(2)的请求的情况下,可以在MEMS传感器(1)的用户喜欢的时间进行诊断。

[0116] 在参考第一至第三方面中任一项的第四方面的MEMS传感器(1)的诊断方法中,在执行一次重写控制步骤(ST11)和更新控制步骤(ST12)时,执行多次生成控制步骤(ST13)和作为确定步骤(ST14)的第一确定步骤(ST14)。MEMS传感器(1)的诊断方法还包括第二确定步骤(ST16)。第二确定步骤(ST16)包括,当测试输出信号被包括在允许范围内的次数大于或等于指定次数时,确定响应系数的重写和更新已成功。

[0117] 该方面能够减少由于噪声等导致的错误诊断。

[0118] 在参考第一至第四方面中任一项的第五方面的MEMS传感器(1)的诊断方法中,测试输入信号是根据施加到MEMS元件(11)的测试应力的大小而变化的交流信号。

[0119] 该方面使得能够简单地将交流信号输入到MEMS元件(11)或模拟电路单元(12)以验证MEMS传感器(1)使用的响应函数中的响应系数的重写和更新是否已成功。

[0120] 在参考第一至第五方面中任一项的第六方面的MEMS传感器(1)的诊断方法中,电路单元(14)包括低通滤波器(141)。

[0121] 该方面使得电路单元(14)能够提取所需频率范围的数字信号。

[0122] 第七方面的MEMS传感器(1)的诊断系统(10)是用于诊断包括MEMS元件(11)、模拟电路单元(12)、A/D转换器(13)、数字电路单元(14)和存储装置(15)的MEMS传感器(1)的诊断系统(10)。MEMS元件(11)被配置为根据外部施加的应力的大小而输出第一模拟信号。模拟电路单元(12)被配置为对从MEMS元件(11)输出的第一模拟信号执行信号处理,以输出信号处理后的第二模拟信号。A/D转换器(13)被配置为将从模拟电路单元(12)输出的第二模拟信号转换为数字信号。数字电路单元(14)被配置为基于从A/D转换器(13)输出的数字信号,根据应力的大小而生成输出信号,以将输出信号输出到外部系统(2)。存储装置(15)被配置为存储模拟电路单元(12)或数字电路单元(14)中的至少一个电路单元所使用的响应函数中的响应系数。MEMS传感器(1)的诊断系统(10)包括重写控制器(161)、更新控制单元(162)、生成控制器(163)和确定单元(164)。重写控制器(161)被配置为响应于来自外部系统(2)的响应系数的重写指令,使存储装置(15)执行将响应系数从第一响应系数重写为第二响应系数的重写过程。更新控制单元(162)被配置为使电路单元(14)执行将响应系数从第一响应系数更新为第二响应系数的更新过程。生成控制器(163)被配置为在更新控制单元(162)使电路单元(14)执行更新过程之后,使数字电路单元(14)执行根据输入到MEMS元件(11)或模拟电路单元(12)的测试输入信号而生成测试输出信号的生成过程,测试输出信号是数字的,测试输入信号是模拟的。确定单元(164)被配置为执行确定测试输出信号是否被包括在测试输入信号所指定的允许范围内的确定过程。

[0123] 该方面使得能够根据测试输出信号是否被包括在允许范围内来验证MEMS传感器(1)所使用的响应函数中的响应系数的重写和更新是否已成功。

[0124] 在参考第七方面的第八方面的MEMS传感器(1)的诊断系统(10)中,重写控制器(161)、更新控制单元(162)、生成控制器(163)和确定单元(164)与MEMS传感器(1)集成在一起。

[0125] 与MEMS传感器(1)和MEMS传感器(1)的诊断系统(10;10A)分离的情况相比,该方面

使整个系统的尺寸减小。

[0126] 第二至第六方面的配置不是MEMS传感器(1)的诊断方法的必要配置,因此可以省略。

[0127] 第八方面的配置不是MEMS传感器(1)的诊断系统(10;10A)的必要配置,因此可以省略。

[0128] 附图标记列表

[0129] 1MEMS传感器

[0130] 2外部系统

[0131] 10、10A诊断系统

[0132] 11MEMS元件

[0133] 12模拟电路单元

[0134] 13A/D转换器

[0135] 14数字电路单元

[0136] 15存储装置

[0137] 141低通滤波器

[0138] 161重写控制器

[0139] 162更新控制单元

[0140] 163生成控制器

[0141] 164确定单元

[0142] ST1、ST11重写控制步骤

[0143] ST2、ST12更新控制步骤

[0144] ST3、ST13生成控制步骤

[0145] ST4确定步骤

[0146] ST5、ST17通知控制步骤

[0147] ST14第一确定步骤

[0148] ST16第二确定步骤

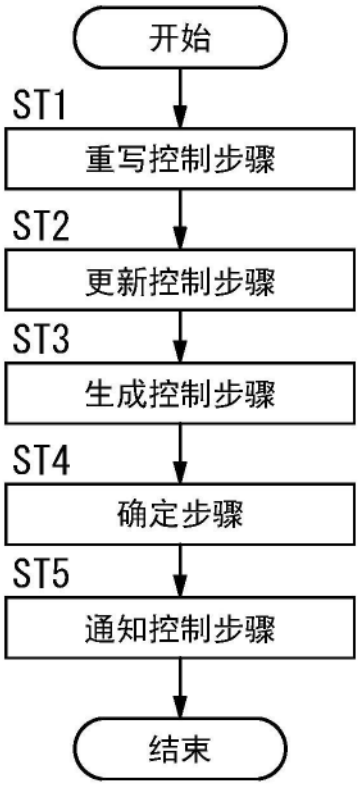


图1

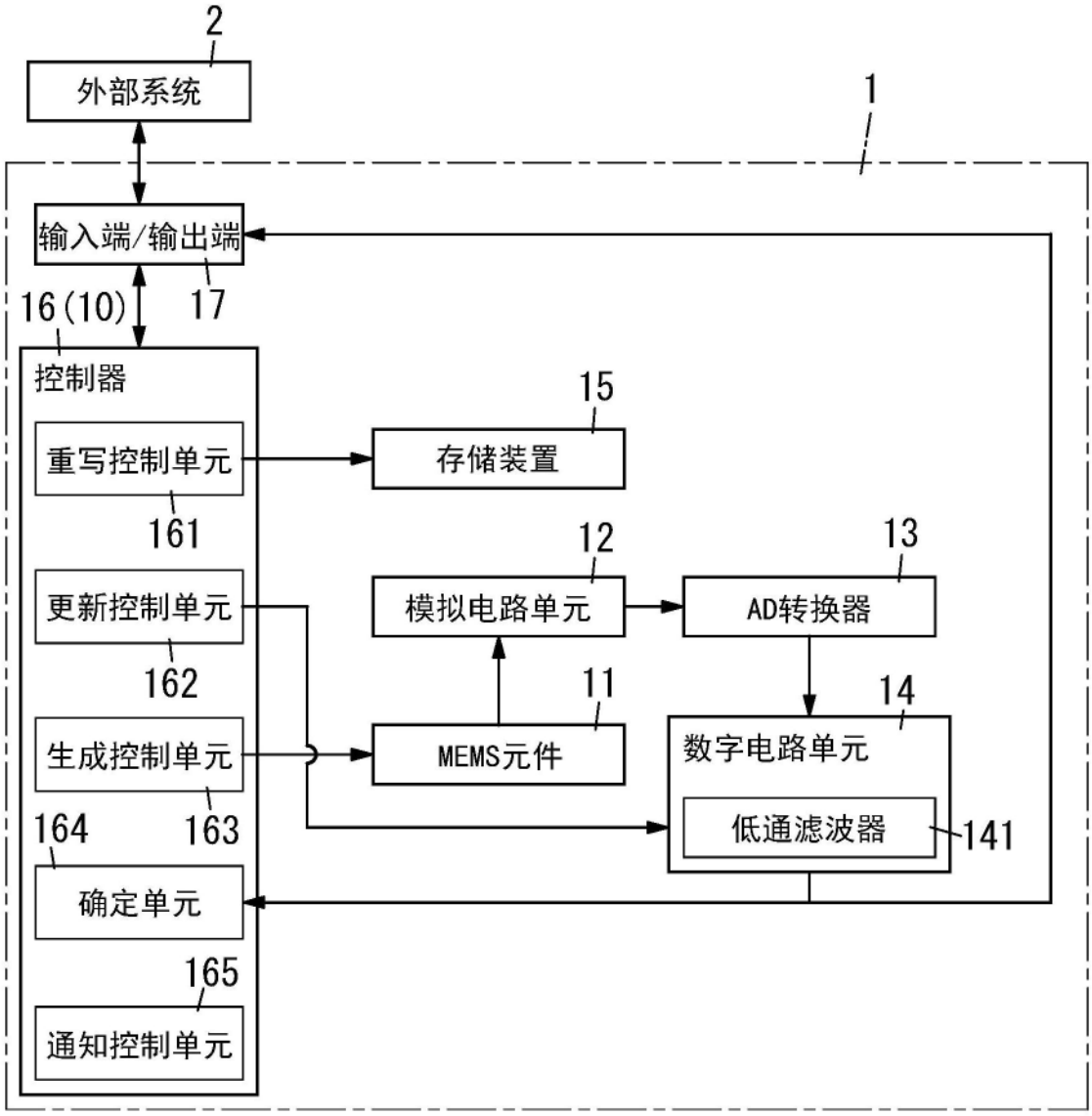

2
外部系统
1
输入端/输出端
16(10)
17
控制器
15
重写控制单元
存储装置
161
12
13
更新控制单元
模拟电路单元
AD转换器
162
11
14
生成控制单元
MEMS元件
数字电路单元
164
163
低通滤波器
141
确定单元
165
通知控制单元

图2

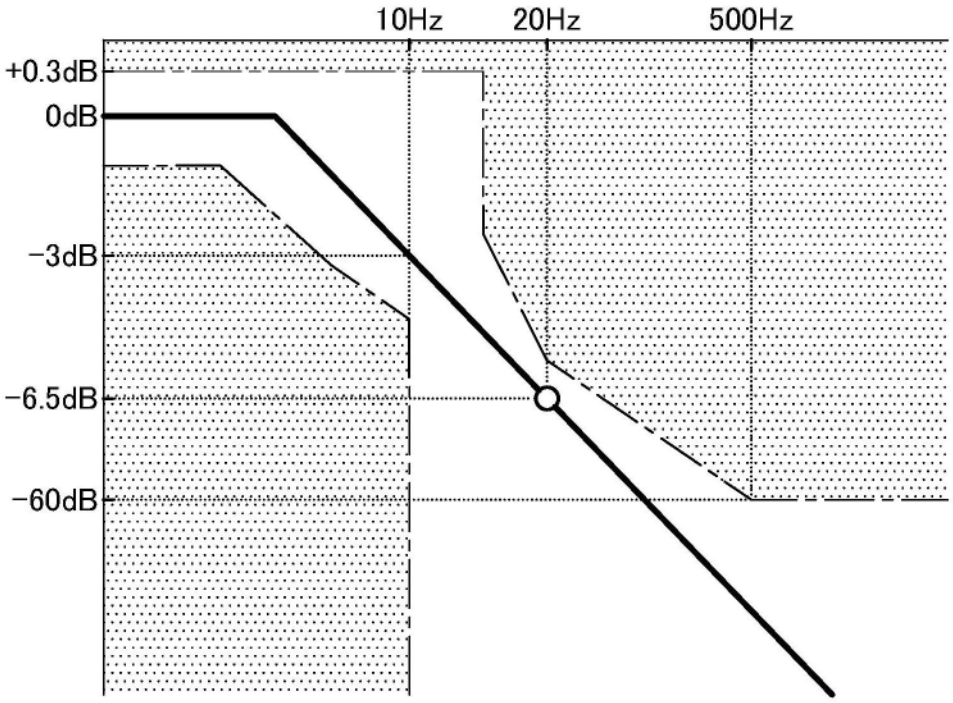


图3

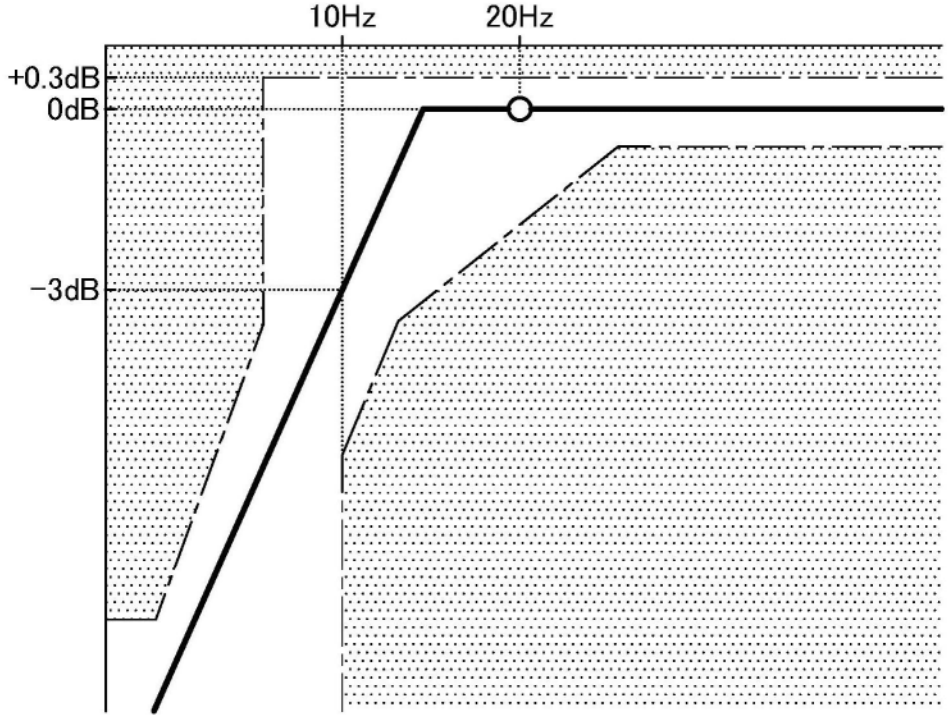


图4

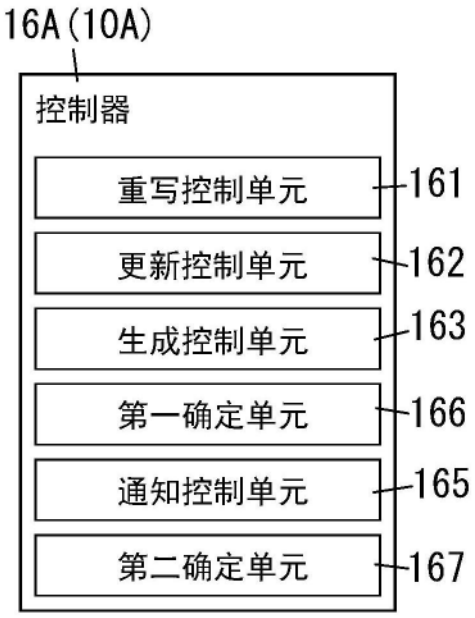

16A(10A)
控制器
重写控制单元
161
更新控制单元
162
生成控制单元
163
第一确定单元
166
通知控制单元
165
第二确定单元
167

图5

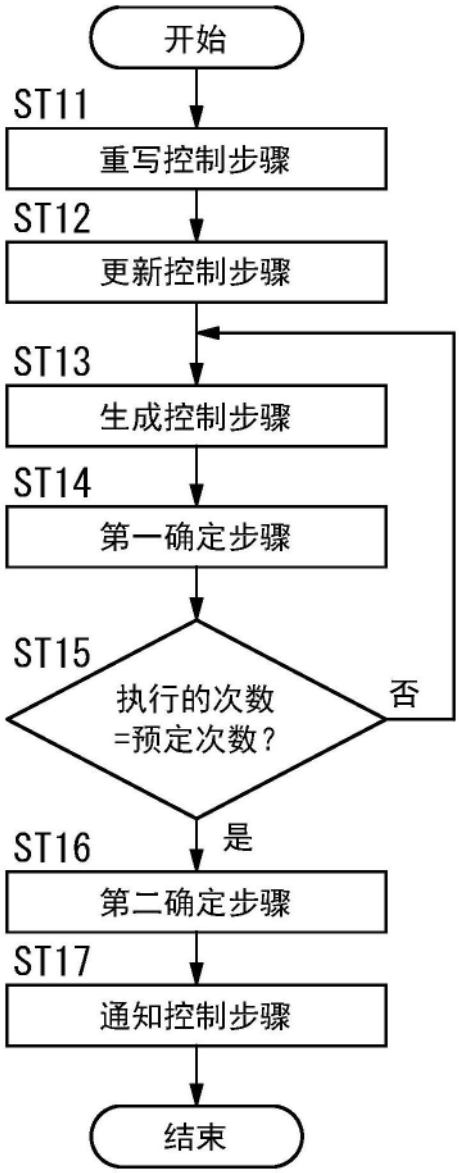

开始
ST11
重写控制步骤
ST12
更新控制步骤
ST13
生成控制步骤
ST14
第一确定步骤
ST15
执行的次数
=预定次数？
否
是
ST16
第二确定步骤
ST17
通知控制步骤
结束

图6