



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115989398 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 09

(21) 申请号 202180053441.6

(22) 申请日 2021.07.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115989398 A

(43) 申请公布日 2023.04.18

(30) 优先权数据
2020-144621 2020.08.28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2023.02.28

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/027282 2021.07.21

(87) PCT国际申请的公布数据
W02022/044632 JA 2022.03.03

(73) 专利权人 株式会社村田制作所
地址 日本京都府

(72) 发明人 杉林英明

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277
专利代理师 刘新宇 严美善

(51) Int.Cl.
G01L 9/00 (2006.01)
H04R 19/04 (2006.01)
H04R 17/00 (2006.01)

(56) 对比文件
JP 2006078422 A, 2006.03.23
杨亭、粘丹妮. “单一平面电容式漏水检测传
感器的研究”. 《现代电子技术》. 2014, 第158-159
页.

审查员 夏丹丹

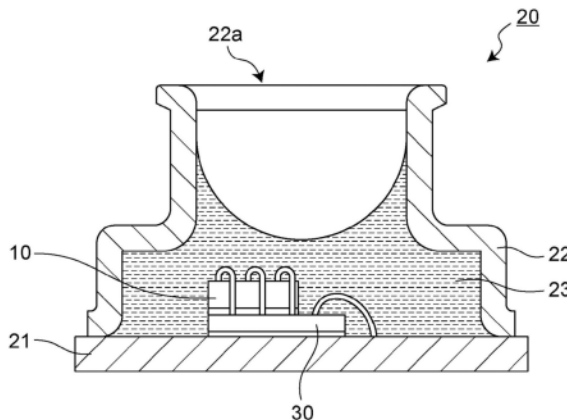
权利要求书1页 说明书10页 附图13页

(54) 发明名称

传感器装置

(57) 摘要

传感器装置具备:作为第一电极部的导电性的基底基板(11),其被保持为基准电位;作为第二电极部的膜(15),其与基底基板(11)相向地设置,与周围的压力变化相应地产生位移;外壳(22),其设置于膜(15)的外侧,被保持为基准电位;电容检测电路,其将来自膜(15)的信号放大,以预先决定的采样周期检测电极间的静电电容;以及信号处理电路,其测量采样前后的静电电容值的差 ΔC ,并将该差 ΔC 与预先决定的阈值 C_{ta} 进行比较,在 $\Delta C \geq C_{ta}$ 的情况下判定出异物附着于外壳(22)。通过这样的结构,能够可靠地探测异物附着。



1. 一种传感器装置,具备:
 - 第一电极部,其被保持为基准电位;
 - 第二电极部,其与该第一电极部相向地设置,与周围的压力变化相应地产生位移;
 - 外壳构件,其设置在该第二电极部的外侧,被保持为基准电位;
 - 电容检测电路,其将来自所述第二电极部的信号放大,以预先决定的采样周期检测所述第一电极部与所述第二电极部之间的静电电容;以及
 - 信号处理电路,其测量采样前后的静电电容值的差 ΔC ,并将该差 ΔC 与预先决定的阈值 C_{ta} 进行比较,在 $\Delta C \geq C_{ta}$ 的情况下判定出异物附着于所述外壳构件。
2. 一种传感器装置,具备:
 - 第一电极部,其被保持为基准电位;
 - 第二电极部,其与该第一电极部相向地设置,与周围的压力变化相应地产生位移;
 - 外壳构件,其设置在该第二电极部的外侧,被保持为基准电位;
 - 电容检测电路,其将来自所述第二电极部的信号放大,检测所述第一电极部与所述第二电极部之间的静电电容;以及
 - 信号处理电路,其将被检测到的静电电容值 C_s 与预先决定的阈值 C_{tb} 进行比较,在 $C_s > C_{tb}$ 的情况下判定出异物附着于所述外壳构件。
3. 根据权利要求1或2所述的传感器装置,其中,
 - 在判定出异物附着的情况下,调整所述电容检测电路的增益和/或所述信号处理电路的增益。
4. 根据权利要求1或2所述的传感器装置,其中,
 - 还具备接口电路,该接口电路用于在所述信号处理电路与外部主机之间进行数据传输,
 - 在判定出异物附着的情况下,经由所述接口电路向所述外部主机发送警报信号。

传感器装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于测定气压、水压等压力以及声波、超声波等的压力变化的传感器装置。

背景技术

[0002] 压力传感器能够使用应用了半导体制造技术的MEMS(微机电系统)技术来制造,例如能够实现约0.5mm~2mm见方的超小型传感器。典型的压力传感器具有具备2个电极的电容器构造,能够通过探测因周围压力的变化而引起的静电电容的变化来进行压力测定。这样的电容器构造也可以在电极之间包括空气、各种气体、电绝缘体、压电体等。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2011-120170号公报

[0006] 专利文献2:国际公开第2016/114172号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 在以往的压力传感器中,当因没于水中、结露而附着水滴等异物时,有时探测窗堵塞、或者存在于电极的周围的电力线的分布被搅乱而使测定值变动。

[0009] 然而,接收来自压力传感器的信号的外部主机如果没有识别出异物附着这一状态,则会将变动了的测定值直接作为真值来进行处理。其结果是,有可能进行错误的信号处理而向用户呈现不正确的信息。

[0010] 本发明的目的在于提供一种能够可靠地探测异物附着的传感器装置。

[0011] 用于解决问题的方案

[0012] 本发明的一个方式所涉及的传感器装置具备:

[0013] 第一电极部,其被保持为基准电位;

[0014] 第二电极部,其与该第一电极部相向地设置,与周围的压力变化相应地产生位移;

[0015] 外壳构件,其设置在该第二电极部的外侧,被保持为基准电位;

[0016] 电容检测电路,其将来自所述第二电极部的信号放大,以预先决定的采样周期检测所述第一电极部与所述第二电极部之间的静电电容;以及

[0017] 信号处理电路,其测量采样前后的静电电容值的差 ΔC ,并将该差 ΔC 与预先决定的阈值 C_{ta} 进行比较,在 $\Delta C \geq C_{ta}$ 的情况下判定出异物附着于所述外壳构件。

[0018] 本发明的其它方式所涉及的传感器装置具备:

[0019] 第一电极部,其被保持为基准电位;

[0020] 第二电极部,其与该第一电极部相向地设置,与周围的压力变化相应地产生位移;

[0021] 外壳构件,其设置在该第二电极部的外侧,被保持为基准电位;

[0022] 电容检测电路,其将来自所述第二电极部的信号放大,检测所述第一电极部与所

述第二电极部之间的静电电容;以及

[0023] 信号处理电路,其将被检测到的静电电容值 C_s 与预先决定的阈值 C_{tb} 进行比较,在 $C_s > C_{tb}$ 的情况下判定出异物附着于所述外壳构件。

[0024] 发明的效果

[0025] 根据本发明,能够可靠地探测异物附着。

附图说明

[0026] 图1是示出本发明的实施方式1所涉及的传感器装置的电极构造的一例的截面图。

[0027] 图2是示出本发明的实施方式1所涉及的传感器装置的机械结构的一例的截面图。

[0028] 图3是示出本发明的实施方式1所涉及的传感器装置的电气结构的一例的框图。

[0029] 图4的(A)是示出水滴附着于传感器装置的开口的状态的截面图。图4的(B)是示出检测对象的静电电容的随时间变化的图表。

[0030] 图5是示出因水滴W而产生寄生电容 C_{pwd} 的说明图。

[0031] 图6是示出采样前后的压力值的差 ΔP 的随时间变化的图表。

[0032] 图7是示出传感器装置输出的绝对压力P的随时间变化的图表。

[0033] 图8是示出外部主机和传感器装置的动作的一例的流程图。

[0034] 图9是示出本发明的实施方式2所涉及的传感器装置的电极构造的一例的截面图。

[0035] 图10是示出本发明的实施方式2所涉及的传感器装置的电气结构的一例的框图。

[0036] 图11是示出因水滴附着而产生的寄生电容的说明图。

[0037] 图12是示出本发明的实施方式2所涉及的传感器装置的水滴探测电路的一例的框图。

[0038] 图13是示出本发明的实施方式3所涉及的传感器装置的电极构造的一例的截面图。

[0039] 图14是示出本发明的实施方式3所涉及的传感器装置的电气结构的一例的框图。

[0040] 图15是示出因水滴附着而产生的寄生电容的说明图。

[0041] 图16是示出本发明的实施方式3所涉及的传感器装置的水滴探测电路的一例的框图。

具体实施方式

[0042] 本发明的一个方式所涉及的传感器装置具备:

[0043] 第一电极部,其被保持为基准电位;

[0044] 第二电极部,其与该第一电极部相向地设置,与周围的压力变化相应地产生位移;

[0045] 外壳构件,其设置在该第二电极部的外侧,被保持为基准电位;

[0046] 电容检测电路,其将来自所述第二电极部的信号放大,以预先决定的采样周期检测所述第一电极部与所述第二电极部之间的静电电容;以及

[0047] 信号处理电路,其测量采样前后的静电电容值的差 ΔC ,并将该差 ΔC 与预先决定的阈值 C_{ta} 进行比较,在 $\Delta C \geq C_{ta}$ 的情况下判定出异物附着于所述外壳构件。

[0048] 根据该结构,设置于第二电极部的外侧的外壳构件被保持为基准电位。当水滴等异物附着于外壳构件时,存在于外壳构件与第二电极部之间的寄生电容发生变化、典型的

是增加,从而被检测到的静电电容值增加。信号处理电路测量静电电容值的差 ΔC ,在该差 ΔC 等于阈值 C_{ta} 或超过阈值 C_{ta} 的情况下,判定出异物附着于外壳构件。由此能够可靠地探测异物附着。

[0049] 本发明的其它方式所涉及的传感器装置具备:

[0050] 第一电极部,其被保持为基准电位;

[0051] 第二电极部,其与该第一电极部相向地设置,与周围的压力变化相应地产生位移;

[0052] 外壳构件,其设置在该第二电极部的外侧,被保持为基准电位;

[0053] 电容检测电路,其将来自所述第二电极部的信号放大,检测所述第一电极部与所述第二电极部之间的静电电容;以及

[0054] 信号处理电路,其将被检测到的静电电容值 C_s 与预先决定的阈值 C_{tb} 进行比较,在 $C_s > C_{tb}$ 的情况下判定出异物附着于所述外壳构件。

[0055] 根据该结构,设置于第二电极部的外侧的外壳构件被保持为基准电位。当水滴等异物附着于外壳构件时,存在于第一电极部与第二电极部之间的寄生电容发生变化、典型的是增加,从而被检测到的静电电容值增加。信号处理电路在静电电容值 C_s 超过阈值 C_{tb} 的情况下判定出异物附着于外壳构件。由此能够可靠地探测异物附着。

[0056] 在本发明中,优选的是,在判定出异物附着的情况下,调整所述电容检测电路的增益和/或所述信号处理电路的增益。

[0057] 根据该结构,当异物附着时,被检测到的值发生变化,有时会偏离测定系统的动态范围而在上限值或下限值处发生饱和。因此,能够通过使压力检测电路的增益和/或所述信号处理电路的增益减少或增加来将被检测到的值维持在动态范围内。

[0058] 在本发明中,优选的是,还具备接口电路,该接口电路用于在所述信号处理电路与外部主机之间进行数据传输,

[0059] 在判定出异物附着的情况下,经由所述接口电路向所述外部主机发送警报信号。

[0060] 根据该结构,在判定出异物附着的情况下,能够经由接口电路向外部主机发送警报信号,由此向外部主机通知异物附着状态。由此,外部主机能够向用户通知在呈现的信息中存在误差、或者停止向用户的信息呈现。

[0061] (实施方式1)

[0062] 图1是示出本发明的实施方式1所涉及的传感器装置的电极构造的一例的截面图。该电极构造10具备作为第一电极部发挥功能的导电性的基底基板11、作为第二电极部发挥功能的膜(membrane)15以及用于在两者之间维持间隙G的间隔件部。也可以是,在基底基板11不具有导电性的情况下在其内侧面附加电极。间隔件部包括保护电极层13、以及配置于保护电极层13的上方和下方的电绝缘层12、14。基底基板11和膜15也可以在间隙侧设置电极并将电极引出至外部端子。

[0063] 使用间隙G的介电常数 ϵ 、电极面积S、电极间距离d来通过 $C_s = \epsilon \times S/d$ 表示电极间的静电电容 C_s 。当膜15同外部与间隙G的压力差相应地发生弹性变形时,膜15与基底基板11之间的电极间距离d发生变化,与其相应地,静电电容 C_s 也发生变化。静电电容 C_s 的变化能够经由传感端子TS而通过外部电路来检测。

[0064] 在测定基底基板11与膜15之间的静电电容的情况下,以固定周期在基极端子TB与传感端子TS之间施加正电压或负电压,提取所产生的电荷并进行A/D(模拟/数字)变换,接

下来通过数字运算对直线性、温度特性进行校正而变换为适当的压力值。

[0065] 基底基板11和膜15例如由多晶硅、非晶硅、单晶硅等导电性材料形成。电绝缘层12、14由氧化硅等电绝缘性材料形成。保护电极层13介于膜15与基底基板11之间,由此能够消除与压力变化无关的寄生静电电容。

[0066] 图2是示出本发明的实施方式1所涉及的传感器装置的机械结构的一例的截面图。传感器装置20具备基板21、搭载于基板21上的集成电路30、图1所示的电极构造10、以及外壳22等。

[0067] 集成电路30例如由ASIC、FPGA、PLD、CPLD等构成,内置有模拟电路和可编程的数字电路。电极构造10能够搭载于集成电路30上,使用接合线相互电连接。在基板21设置有布线图案、电源端子、接口端子等,在基板21的上表面搭载集成电路30,使用接合线相互电连接。

[0068] 外壳22是由金属等导电性材料形成的筒状构件,在被固定于基板21的上表面的状态下确保了用于收容电极构造10和集成电路30的内部空间。在外壳22的上部设置有用于使外部气体与内部空间连通的开口22a。内部空间不仅可以填充空气,或者也可以如图示那样填充凝胶(ge1)23。凝胶23被用于对电极构造10和集成电路30进行封装。通过凝胶23的柔软性能够向电极构造10传递外部压力。并且,通过凝胶23的防水性、耐水性、防腐性能够实现对电极构造10和集成电路30的保护。

[0069] 图3是示出本发明的实施方式1所涉及的传感器装置的电气结构的一例的框图。集成电路30由放大器31、CDC(Capacitance to Digital Convertor:电容数字转换器)电路32、数字滤波器33、温度传感器35、TDC(Temperature to Digital Convertor:温度数字转换器)电路36、数字滤波器37、同步电路40、数字校正部41、存储器部42、逻辑部43以及数字I/F(接口)部44等构成。此外,虽未图示,但在电极构造10与放大器31之间设置有向电极构造10供给矩形波电压的脉冲发生器。这样的集成电路30能够通过CPU、GPU等运算处理器、EEPROM、RAM等存储器、软件、模拟电路等硬件的组合来安装。

[0070] 放大器31将来自上述的电极构造10的电荷信号变换为模拟压力信号后放大至适当的电平。CDC电路32将来自放大器31的压力信号变换为数字信号。数字滤波器33对来自CDC电路32的数字信号实施滤波,去除高频的噪声成分,输出低频的信号。

[0071] 温度传感器35包括PN结二极管、热敏电阻等,测量电极构造10附近的温度并输出模拟温度信号。TDC电路36将来自温度传感器35的温度信号变换为数字信号。数字滤波器37对来自TDC电路36的数字信号实施滤波,去除高频的噪声成分,输出低频的信号。

[0072] 数字校正部41使用来自温度传感器35的数字温度信号和保存于存储器部42的校正系数来对从数字滤波器33输出的数字压力信号进行校正,从而进行温度校正和直线性校正。

[0073] 同步电路40向CDC电路32、TDC电路36、数字滤波器33、37供给规定周期的时钟来使数字动作同步。基于该时钟来设定压力信号的采样周期。时钟可以是固定的单一周期,或者也可以是能够从多个周期中进行选择。

[0074] 存储器部42由EEPROM、聚合物熔丝(Polyfuse)、RAM等构成,具有寄存器和FIFO缓冲器。寄存器具有保存测定数据、校正系数等各种数字数据的功能。FIFO缓冲器具有临时保存数字数据并调整输入和输出的定时的功能。通过一并读出数字数据,能够降低通信的频度,节约消耗电力。

[0075] 数字I/F部44具有与外部主机进行通信的功能,进行各种数字数据的发送和接收。外部主机被构成为PC(个人计算机)、智能手机、便携式电子设备、手表等,能够通过CPU、GPU等运算处理器、EEPROM、RAM等存储器、软件、模拟电路等硬件的组合来构成,包括类似的通信接口。

[0076] 逻辑部43具有保存被安装为软件的各种程序的功能,例如保存对保存于存储器部42的测定数据实施信号处理的程序、对集成电路30的整体动作进行控制的程序、生成针对外部主机的发送数据(例如警报)的程序、对来自外部主机的接收数据进行处理等的程序等。

[0077] 接着,对数字校正部41的特性校正功能进行说明。传感器装置20在出厂前的特性检查时使用产品测试器进行绝对压力值的校正后出厂。关于绝对压力值的校正,例如在温度:-20°C/25°C/65°C、压力范围:30kPa~110kPa的环境下测定传感器输出的初始值。基于这些初始值,计算校正系数 a_{ij} (i 、 j 为整数),将它们事先保存于集成电路30内的非易失性存储器。

[0078] 接着,在搭载有传感器装置20的电子设备中实际实施压力感测的情况下,数字校正部41读出校正系数 a_{ij} ,使用被测定出的压力值和温度值进行多项式运算,得到下述的最终输出 $p(L, T)$ 。在此, a_{ij} 为温度/直线性的校正系数, $f(L)$ 为直线性的函数, $f(T)$ 为温度的函数。

[0079]
$$p(L, T) = \sum [a_{ij} \cdot f(L) \cdot f(T)] \cdots (1)$$

[0080] 这些校正运算由集成电路30内的CPU在1ms以内执行,结果是校正了温度特性和直线性,得到在使用温度范围内高精度的绝对压力值。

[0081] 接着,对逻辑部43的各种功能进行说明。作为一例,在逻辑部43保存具有下述那样的功能的程序。

- [0082] • 水滴探测功能
- [0083] • 增益调整功能
- [0084] • 阈值/增益设定功能
- [0085] • 增益初始化功能
- [0086] • 警报功能
- [0087] • 高速ODR(Output Data Rate:输出数据速率)功能

[0088] 首先对水滴探测功能进行说明。图4的(A)是示出水滴W附着于传感器装置20的开口22a的状态的截面图。图4的(B)是示出检测对象的静电电容C的随时间变化的图表。图5是示出因水滴W而产生寄生电容 C_{pwd} 的说明图。外壳22被接地,与基底基板11一起被保持为地电位。

[0089] 在未附着水滴W的情况下,传感器装置20的膜15根据气压而挠性变形,通过测量电极间的静电电容 C_s 能够准确地检测气压。另一方面,如图4所示,当在时刻 t_0 时水滴W开始接触开口22a并在时刻 t_1 时水滴W完全附着时,相对于电极间的静电电容 C_s 追加了因水滴W而产生的静电电容 ΔC 。作为一例,时刻 t_0 至时刻 t_1 为约1ms(毫秒)以内, ΔC 为约0.1pF~10pF。

[0090] 图6是示出采样前后的压力值的差 ΔP 的随时间变化的图表。压力值的差 ΔP 与静电电容的差 ΔC 对应。在气压不变的情况下,差 ΔP 表示零,但当在时刻 $t_0 \sim t_1$ 内附着水滴W时, ΔP 呈脉冲状增加,之后再次恢复为零。此时,将差 ΔP 与预先决定的阈值 P_{th} 进行比较,

能够在 $\Delta P \geq P_{th}$ 的情况下判定出水滴W附着于外壳22。压力阈值 P_{th} 与静电电容的阈值 C_{ta} 对应。

[0091] 接着,对增益调整功能进行说明。图7是示出传感器装置20输出的绝对压力P的随时间变化的图表。绝对压力P与电极间的静电电容 C_s 对应。在未附着水滴W的情况下,绝对压力P表示与约1个大气压相当的100kPa。在不进行增益调整的情况下,当在时刻 $t_0 \sim t_1$ 内附着水滴W时,由于因水滴W而产生的静电电容 ΔC 的增加,从而绝对压力P增大,偏离测定系统的动态范围而在上限值UL (在此为130kPa) 处发生饱和。当输出信号发生饱和时,始终为固定,成为无意义的数值。

[0092] 另一方面,在如上述那样探测到水滴附着的情况下,通过增益调整功能使增益减少,由此能够如图表中的 Δ 记号所示那样输出与气压的变化相应的信号。因而,绝对压力P虽然内含水滴W所导致的误差,但是能够呈现与压力的相对变化有关的信息。

[0093] 关于增益调整,可以使集成电路30的各模块中的至少1个模块的增益增加或减少,或者也可以使用在逻辑部43中对数字数据实施信号处理的程序来进行。

[0094] 接着,对阈值/增益设定功能和增益初始化功能进行说明。上述的阈值 P_{th} 和集成电路30的各模块的增益能够作为工厂出厂时的初始值和能够由外部主机设定的用户设定值而保存于存储器部42。因此,能够按照来自外部主机的指令来变更或初始化阈值 P_{th} 和集成电路30的增益。

[0095] 作为一例,在存储器部42中预先保存水滴附着前的初始增益和水滴附着后的增益。增益可以通过与数字校正部41的运算结果相乘来反映。增益调整后的最终输出 $p(L, T, G)$ 通过下述的式(2)来表示。在此, a_{ij} 为温度/直线性的校正系数, $f(L)$ 为直线性的函数, $f(T)$ 为温度的函数, G 为增益。

[0096]
$$p(L, T, G) = \sum [a_{ij} \cdot f(L) \cdot f(T)] \times G \cdots (2)$$

[0097] 例如,在设定为初始增益 $G_i = 1.0$ 、水滴附着后增益 $G_{wd} = 0.1$ 的情况下,增益在水滴附着的前后切换为1/10,因此能够避免由于水滴的影响而信号发生饱和。之后,可以估计水滴蒸发的时间而恢复为初始增益,由此能够重新开始通常的压力测定。

[0098] 接着,对警报功能进行说明。在如上述那样探测到水滴附着的情况下,能够将事先保存于存储器部42的警报信息经由数字I/F部44发送至外部主机。警报信息既可以是文本数据或二进制数据的方式,也可以是硬件的外部输出的中断信号的方式。例如,也可以在探测到水滴附着的情况下,将在存储器部42的规定地址中设定的水滴探测位(标志)从0切换为1,将该标志信息按照例如SPI/I2C等串行通信标准发送至外部主机。或者,也可以将标志信息转送给表示水滴附着事件的发生的中断寄存器并由外部主机读出。或者,也可以经由集成电路30的外部输出端子输出使输出电平从0切换为1那样的中断信号,在该情况下能够实时地进行通知。

[0099] 当外部主机从集成电路30接收到警报时,能够识别出传感器装置20处于非稳定状态。由此,外部主机能够向用户通知在呈现的信息中存在误差、或者停止向用户的信息呈现。

[0100] 接着,对高速ODR (Output Data Rate:输出数据速率) 功能进行说明。同步电路40也可以构成为选择性地产生具有多个频率的时钟、例如低频时钟和高频时钟。通过提高同步电路40产生的时钟的频率,从而1次的压力测定所需要的时间变短,整体的测定时间也缩

短,能够实现高速ODR。例如,当以时钟频率66kHz(周期15.1 μ s)实施128次的采样时,测定时间为15.1 μ s \times 128=1940 μ s。另一方面,当以作为时钟频率的2倍的132kHz(周期7.6 μ s)实施128次的采样时,测定时间变为7.6 μ s \times 128=970 μ s,能够缩短整体的测定时间。当连续地持续进行测定时,每隔970 μ s得到压力值。

[0101] 使用这样的高速ODR方法进行高速的压力测定,监视连续的2个采样时刻的压力差 ΔP 。例如,当设为ODR=1000Hz时,每隔1ms得到压力差 ΔP 。外部气压就其性质而言不会引起ms级的急剧的过渡变化,仅在附着了水滴的情况下引起急剧的压力变化。因此,将差 ΔP 与预先决定的阈值 P_{th} 进行比较,能够在 $\Delta P \geq P_{th}$ 的情况下判定出水滴W附着于外壳22。

[0102] 图8是示出外部主机和传感器装置的动作的一例的流程图。当用户启动安装于主机的压力测定应用时,在步骤H1中,主机开始传感器控制流程。接着,在步骤H2中,主机向传感器发送用于设定水滴探测模式所需要的参数的指令。传感器在步骤S1中将水滴探测模式所需要的参数(例如采样率、阈值 P_{th} 、增益切换的有效/无效)保存于存储器。

[0103] 接着,在步骤H3中,主机向传感器发送开始压力测定的指令。传感器在步骤S2中开始压力测定,接下来,在步骤S3中将所测定出的压力数据保存于存储器。接着,在步骤H4中,主机向传感器发送用于读出压力数据的指令,并接收被测定出的压力数据。接着,在步骤H5中,主机在压力测定应用的画面上显示被测定出的压力。步骤S3、H4、H5通过多任务处理而与其它步骤同时并行地执行。

[0104] 接下来,传感器在步骤S4中计算采样前后的压力数据的差 ΔP ,在步骤S5中将差 ΔP 与预先决定的阈值 P_{th} 进行比较。在差 ΔP 小于阈值 P_{th} 的情况下($\Delta P < P_{th}$),进入步骤S6,判定为继续进行压力测定,并返回到步骤S4。另一方面,在 $\Delta P \geq P_{th}$ 的情况下,进入步骤S7,判定为有水滴附着于传感器,并启动水滴探测警报。在该情况下,例如,也可以使中断输出端子从低电平变换为高电平,或者也可以设置状态寄存器的标志。

[0105] 接下来,传感器在步骤S8中确认增益切换是有效还是无效。如果无效,则进入步骤S9,不进行增益切换并停止测定。另一方面,如果有效,则进入步骤S10,降低增益并继续测定。

[0106] 另一方面,在步骤H6中,主机确认来自传感器的水滴探测警报。接着,在步骤H7中,停止在压力测定应用的画面上的压力显示。此时,也可以显示产生警报的消息。接着,在步骤H8中,主机向传感器发送停止压力测定的指令。传感器在步骤S11中停止压力测定。

[0107] 像这样,根据本实施方式,能够准确地检测水滴的附着。并且,优选的是在水滴附着后进行增益切换,由此能够避免测定值在动态范围的上限值或下限值处发生饱和,能够继续进行测定。

[0108] 另外,由于能够向使用主机的用户通知水滴探测警报,因此用户能够识别出传感器处于非稳定状态。

[0109] 另外,通过集成电路的数字信号处理,能够通过编程来容易地实现水滴检测流程、增益调整流程、警报启动流程等。另外,由于能够通过简单的逻辑电路进行集成化,因此能够抑制芯片面积、成本的增加并能够实现高的附加价值。

[0110] (实施方式2)

[0111] 图9是示出本发明的实施方式2所涉及的传感器装置的电极构造的一例的截面图。该电极构造50能够作为发送/接收超声波的pMUT(Piezo Micro-machined Ultrasonic

Transducer:压电微机械超声换能器)来使用,作为一例,具备硅等的基板51、AlN等的支承层52、AlN、KNN、PZT等的压电体层53、作为第一电极部的下部电极54、加热器55、作为第二电极部的上部电极56、以及作为外壳构件的AlN等的保护膜57。在基板51设置有供超声波通过的窗51a。

[0112] 图10是示出本发明的实施方式2所涉及的传感器装置的电气结构的一例的框图。集成电路60由CPU等控制器61、电荷泵电路(升压电路)62、放大器63、具备带通特性的ADC(Analog to Digital Convertor:模数转换器)电路64、DSP(Digital Signal Processor:数字信号处理器)电路65、基准电压电路66、存储器67、以及I2C等的I/F(接口)电路68等构成。上部电极56通过开关电路而与放大器63或ADC电路64交替地连接。下部电极54与基准电压电路66连接。带通特性也可以在由ADC进行AD变换之后通过数字滤波器来构成。

[0113] 关于传感器装置的动作,当在下部电极54与上部电极56之间呈脉冲状地施加例如频率20kHz~500kHz的驱动信号时,根据压电效应而压电体层53振动,作为空气的压力变化的超声波US通过窗51a而被释放到外部。所释放的超声波US被物体反射,再次通过窗51a而使压电体层53振动。此时,根据压电效应而在下部电极54与上部电极56之间产生脉冲信号。通过测定从驱动信号起直到脉冲信号为止的时间,能够测定从传感器到物体的距离。

[0114] 能够对这样的传感器装置赋予探测水滴等异物的功能。作为一例,如图9所示,在保护膜57设置有使上部电极56露出的开口57a。在保护膜57的上表面设置导电性薄膜,该薄膜与下部电极54一起被保持为基准电压(例如地电位)。

[0115] 图11是示出因水滴附着而产生的寄生电容的说明图。在保护膜57设置有使上部电极56露出的开口57a。在保护膜57的上表面设置导电性薄膜,该薄膜与下部电极54一起被保持为基准电压(例如地电位)。在下部电极54与上部电极56之间存在作为检测对象的静电电容 C_s 。当水滴附着于开口57a时,上部电极56与导电性薄膜进行电容耦合,因水滴而产生的新的寄生电容 C_p 以与静电电容 C_s 并联的方式被追加。

[0116] 图12是示出本发明的实施方式2所涉及的传感器装置的水滴探测电路的一例的框图。集成电路70由放大器71、CDC电路72、数字滤波器73、同步电路75、逻辑部74以及数字I/F部76等构成。此外,虽未图示,但在电极构造50与放大器71之间设置有向电极构造50供给矩形波电压的脉冲发生器。这样的集成电路70能够通过CPU、GPU等运算处理器、EEPROM、RAM等存储器、软件、模拟电路等硬件的组合来安装。

[0117] 放大器71将来自上述的电极构造50的电荷信号变换为模拟压力信号后放大至适当的电平。CDC电路72将来自放大器71的压力信号变换为数字信号。数字滤波器73对来自CDC电路72的数字信号实施滤波,去除高频的噪声成分,输出低频的信号。

[0118] 逻辑部74具有保存被安装为软件的各种程序的功能,例如保存对保存于存储器的测定数据实施信号处理的程序、对集成电路70的整体动作进行控制的程序、生成针对外部主机的发送数据(例如警报)的程序、对来自外部主机的接收数据进行处理等的程序等。

[0119] 同步电路75向CDC电路72、数字滤波器73、逻辑部74供给规定周期的时钟来使数字动作同步。基于该时钟来设定采样周期。

[0120] 数字I/F部76具有与外部主机进行通信的功能,进行各种数字数据的发送和接收。

[0121] 接着,对水滴探测的动作进行说明。将下部电极54从基准电压电路66切断,事先在没有附着水滴的状态下测量 C_s 的最大值 C_{s_max} ,并作为阈值 C_{tb} 保存于存储器。当水滴附着

时产生寄生电容 C_p ,电极间电容 C_s 变为 C_s+C_p 。在水滴附着的诊断模式下,定期测定电极间电容 C_s 。在该情况下,向上部电极56输入矩形脉冲来测定 C_s 。在 $C_s>C_{tb}$ 的情况下能够判定为水滴附着。

[0122] 作为替代方式,测量采样前后的静电电容值的差 ΔC ,将该差 ΔC 与预先决定的阈值 C_{ta} 进行比较,在 $\Delta C\geq C_{ta}$ 的情况下能够判定为有水滴附着。

[0123] 在通过这样判定为水滴附着的情况下,与实施方式1同样,也能够实施电路系统的增益调整功能、警报功能。

[0124] (实施方式3)

[0125] 图13是示出本发明的实施方式3所涉及的传感器装置的电极构造的一例的截面图。该电极构造80能够作为将声波变换为电信号的MEMS(Micro Electro Mechanical Systems:微机电系统)传声器来使用,作为一例,具备硅等的基板81、电绝缘层82、作为第二电极部的导电性的振动板83、电绝缘性的间隔件84、作为第一电极部的导电性的背极板85以及电绝缘层86、87。在电绝缘层86、87设置有与振动板83连接的电极 D_a 以及与背极板85连接的电极 D_b 。在背极板85设置有供声波通过的大量的贯通孔85a。

[0126] 图14是示出本发明的实施方式3所涉及的传感器装置的电气结构的一例的框图。集成电路90由电压调节器91、电荷泵电路92、基准电压电路93、放大器94、ADC(Analog to Digital Convertor:模数转换器)电路95、DSP(Digital Signal Processor:数字信号处理器)电路96、PDM(Pulse Density Modulation:脉冲密度调制)电路97、I²C等的I/F(接口)电路98、滤波器电路99以及缓冲器电路100等构成。背极板85与电荷泵电路(升压电路)92连接,被保持为规定的DC电压。振动板83与基准电压电路93及放大器94连接,被保持为规定的基准电压。

[0127] 关于传感器装置的动作,在振动板83与背极板85之间施加DC电压。声波从上方来到并通过贯通孔85a,使振动板83振动。此时,电极间距离发生变化,从而电极间的静电电容 C_s 也发生变化,振动板83的电压发生变化。该电压信号被放大,通过ADC电路95而被变换为数字信号,经由滤波器电路99后也被作为模拟信号来利用。通过这样,作为空气的压力变化的声波被变换为电信号。

[0128] 能够对这样的传感器装置赋予探测水滴等异物的功能。作为一例,如图15所示,具有导体的FPC(挠性印刷电路板)被固定于电极构造80,并且,由导电性材料形成的外壳88经由电绝缘性的增强板 L_a 和粘结剂 L_b 而被固定于电极构造80。在外壳88设置有供声波通过的开口88a。外壳88被保持为基准电压(例如地电位)。在振动板83与背极板85之间存在作为检测对象的静电电容 C_s 。当水滴附着于开口88a时,FPC的导体与外壳88进行电容耦合,因水滴而产生的新的寄生电容 C_p 以与静电电容 C_s 并联的方式被追加。

[0129] 图16是示出本发明的实施方式3所涉及的传感器装置的水滴探测电路的一例的框图。集成电路110由放大器111、CDC电路112、数字滤波器113、同步电路115、逻辑部114以及数字I/F部116等构成。此外,虽未图示,但在电极构造80与放大器111之间设置有向电极构造80供给矩形波电压的脉冲发生器。这样的集成电路110能够通过CPU、GPU等运算处理器、EEPROM、RAM等存储器、软件、模拟电路等硬件的组合来安装。

[0130] 放大器111将来自上述的电极构造80的电荷信号变换为模拟压力信号后放大至适当的电平。CDC电路112将来自放大器111的压力信号变换为数字信号。数字滤波器113对来

自CDC电路112的数字信号实施滤波,去除高频的噪声成分,输出低频的信号。

[0131] 逻辑部114具有保存被安装为软件的各种程序的功能,例如保存对保存于存储器的测定数据实施信号处理的程序、对集成电路110的整体动作进行控制的程序、生成针对外部主机的发送数据(例如警报)的程序、对来自外部主机的接收数据进行处理程序等。

[0132] 同步电路115向CDC电路112、数字滤波器113、逻辑部114供给规定周期的时钟来使数字动作同步。基于该时钟来设定采样周期。

[0133] 数字I/F部114具有与外部主机进行通信的功能,进行各种数字数据的发送和接收。

[0134] 接着,对水滴探测的动作进行说明。将振动板83从基准电压电路93切断,事先在没有附着水滴的状态下测量Cs的最大值Cs_max,并作为阈值Ctb而保存于存储器。当水滴附着时产生寄生电容Cp,电极间电容Cs变为Cs+Cp。在水滴附着的诊断模式下,定期测定电极间电容Cs。在该情况下,向振动板83输入矩形脉冲来测定Cs。在Cs>Ctb的情况下能够判定为水滴附着。

[0135] 作为替代方式,测量采样前后的静电电容值的差 ΔC ,将该差 ΔC 与预先决定的阈值Cta进行比较,在 $\Delta C \geq Cta$ 的情况下能够判定为有水滴附着。

[0136] 在通过这样判定为水滴附着的情况下,与实施方式1同样,也能够实施电路系统的增益调整功能、警报功能。

[0137] 在上面的实施方式中,作为异物例示了水滴,但除此以外也能够检测油、泥、海水等各种液体、土、沙石、灰尘、玻璃片、金属片、木片、纸片、布屑等各种固体、虫子、毛发、霉菌等各种生物体物质的附着。

[0138] 参照所添附的附图并与优选的实施方式相关联地充分地记载了本发明,但对于本领域技术人员而言各种变形、修正是明了的。应理解,这样的变形、修正只要未脱离基于所添附的权利要求书得到的本发明的范围,就包含于本发明的范围内。

[0139] 产业上的可利用性

[0140] 本发明能够可靠地探测异物附着,因此在产业上非常有用。

[0141] 附图标记说明

[0142] 10、50、80:电极构造;11:基底基板;12、14:电绝缘层;13:保护电极层;15:膜;20:传感器装置;21:基板;22、88:外壳;22a:开口;23:凝胶;30、60、70、90、110:集成电路;53:压电体层;54:下部电极;56:上部电极;57:保护膜;83:振动板;85:背极板;G:间隙;W:水滴。

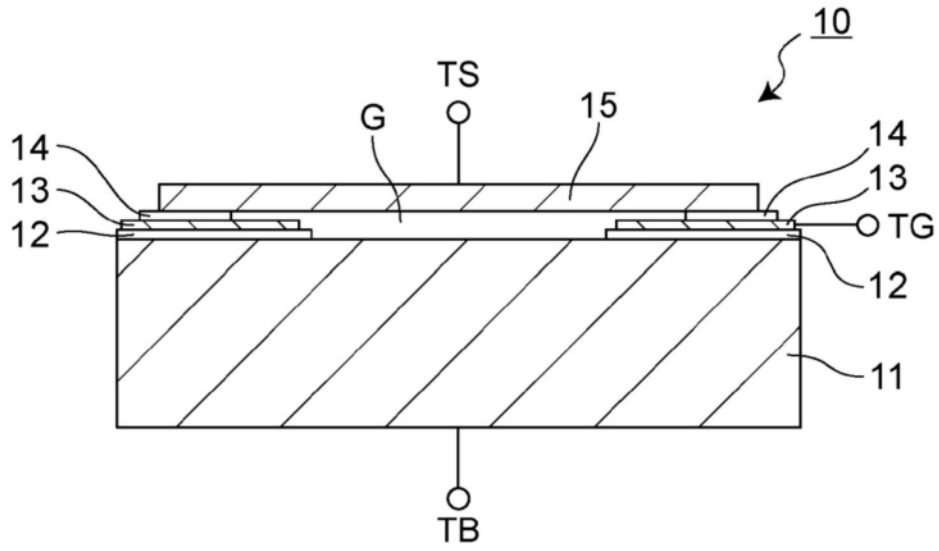


图1

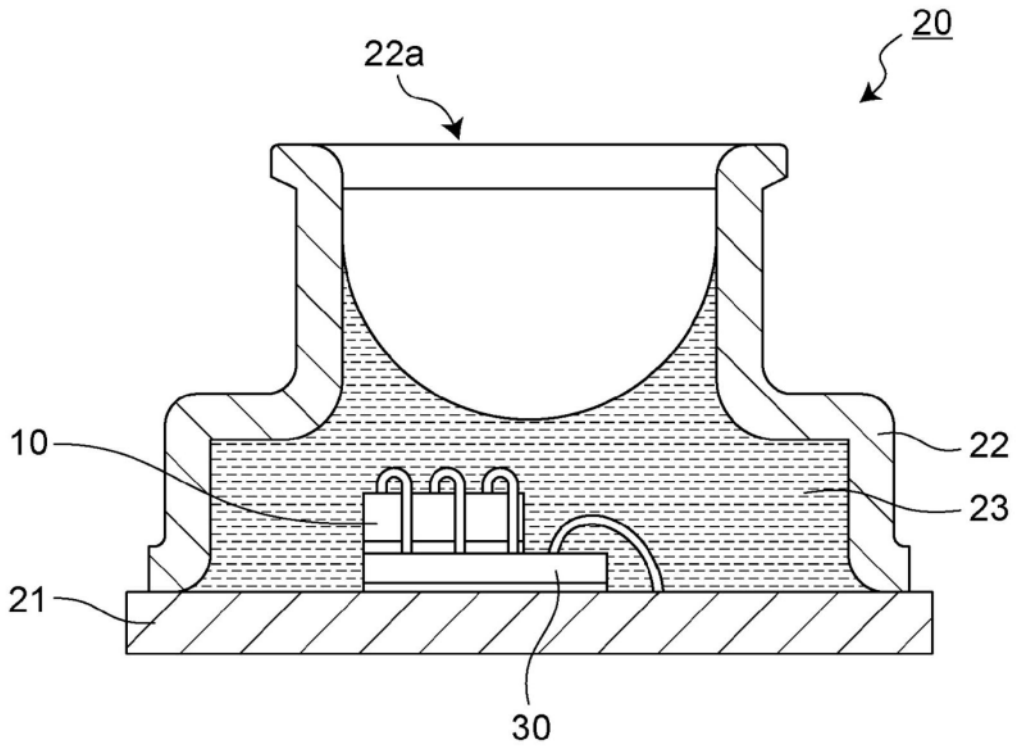


图2

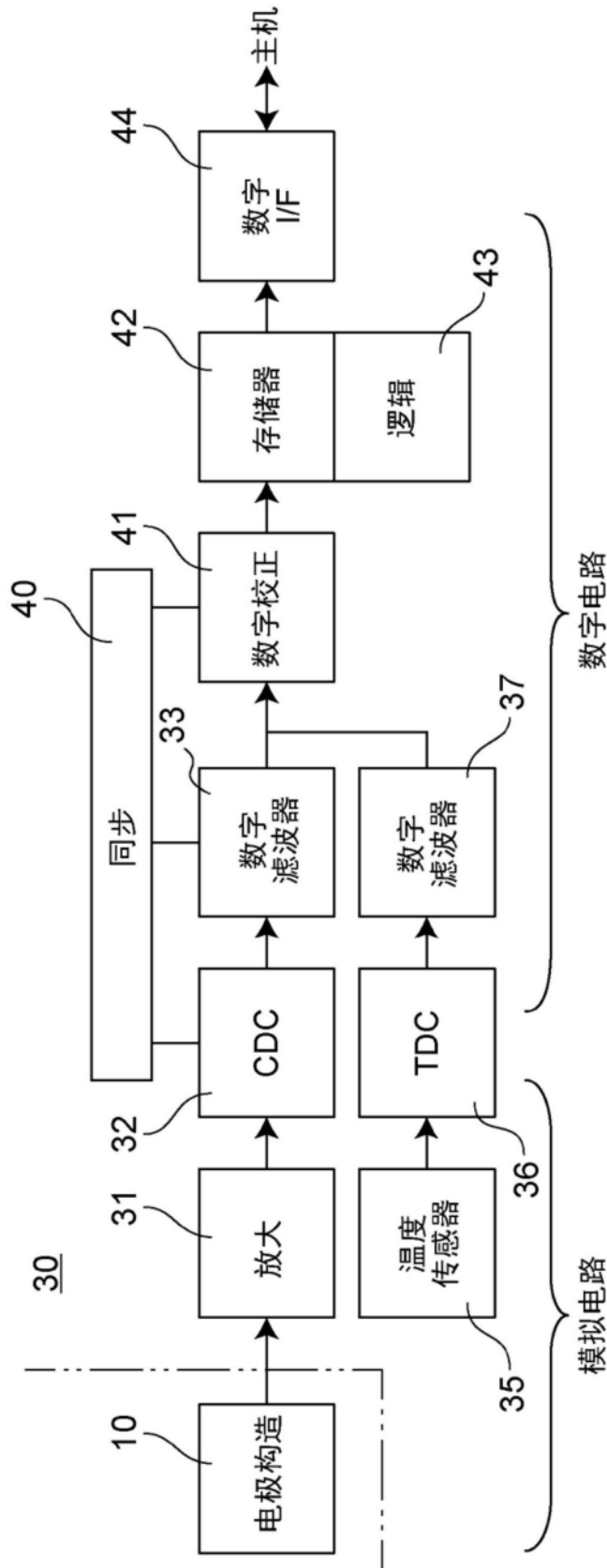


图3

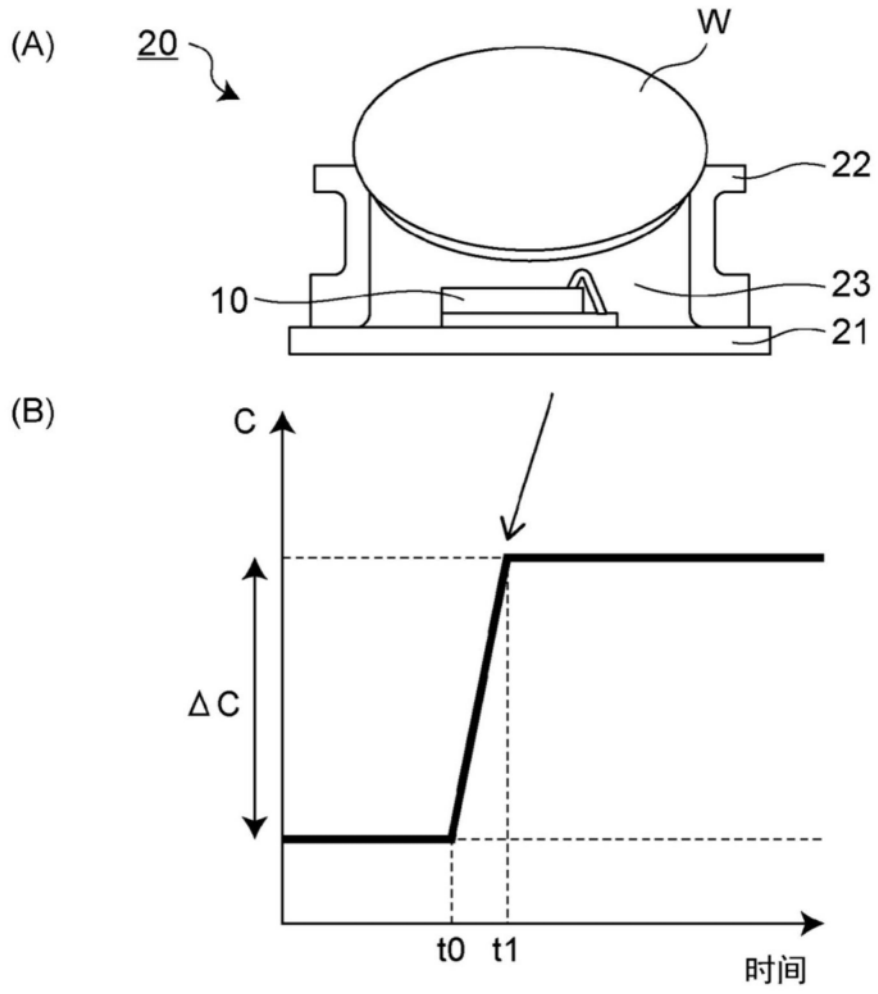


图4

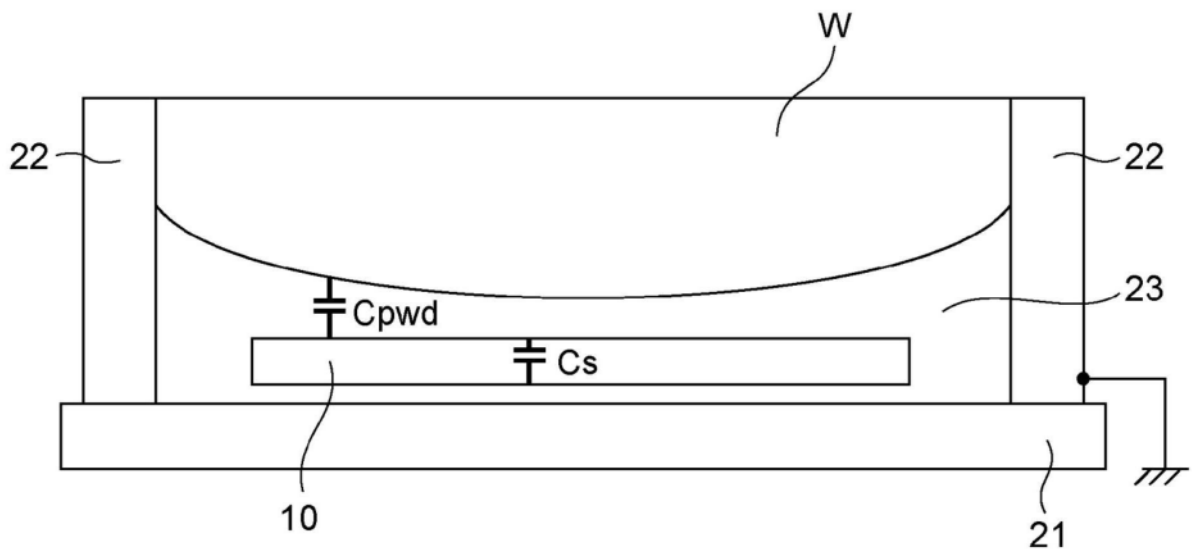


图5

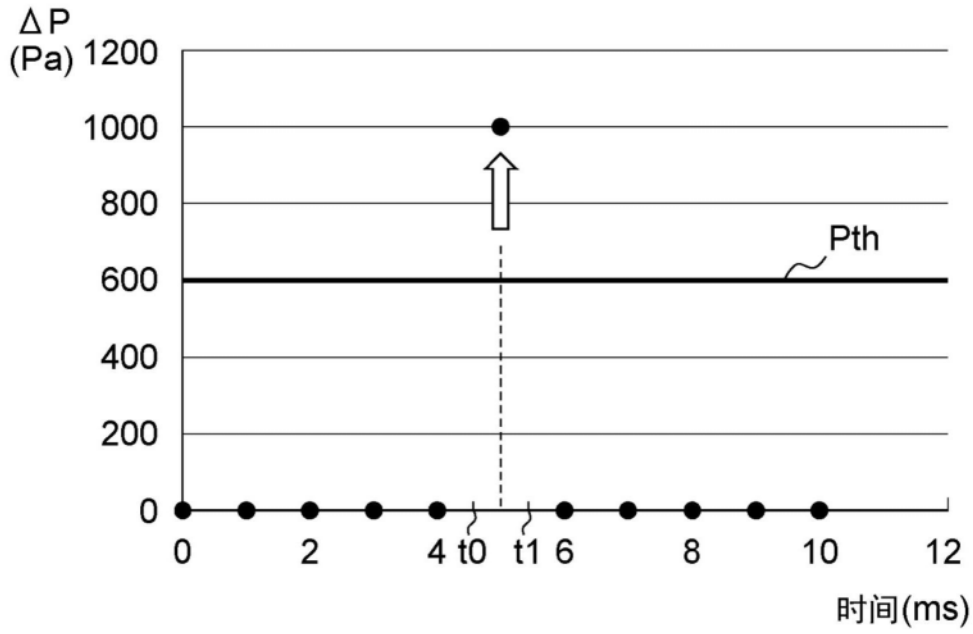


图6

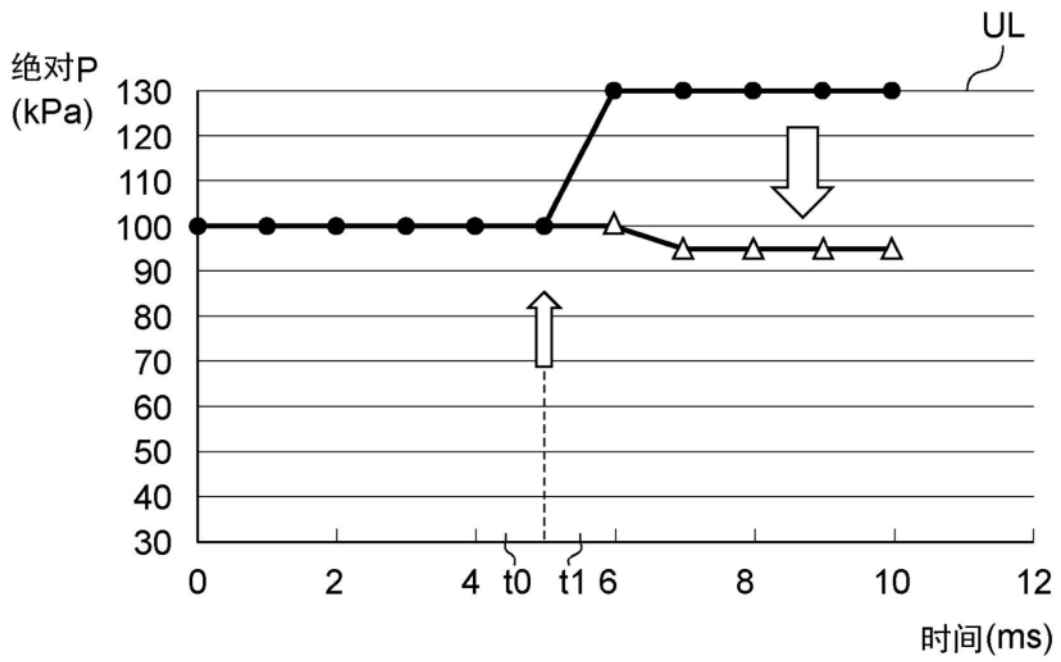


图7

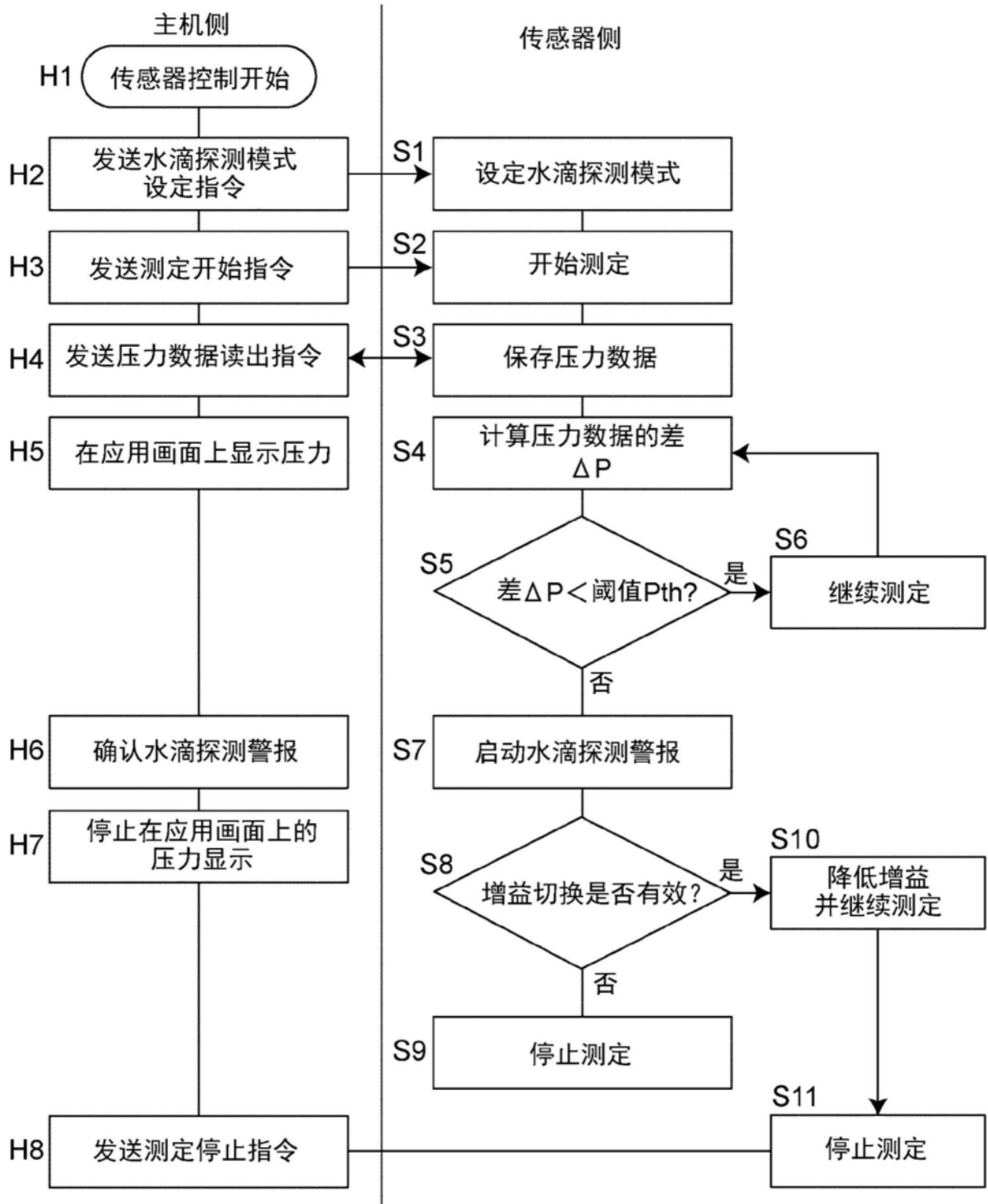


图8

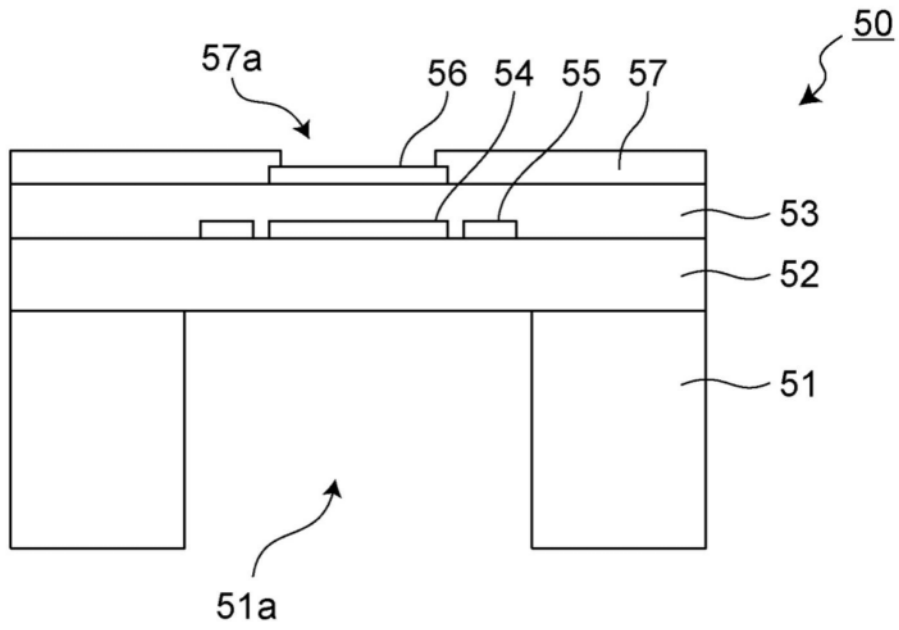


图9

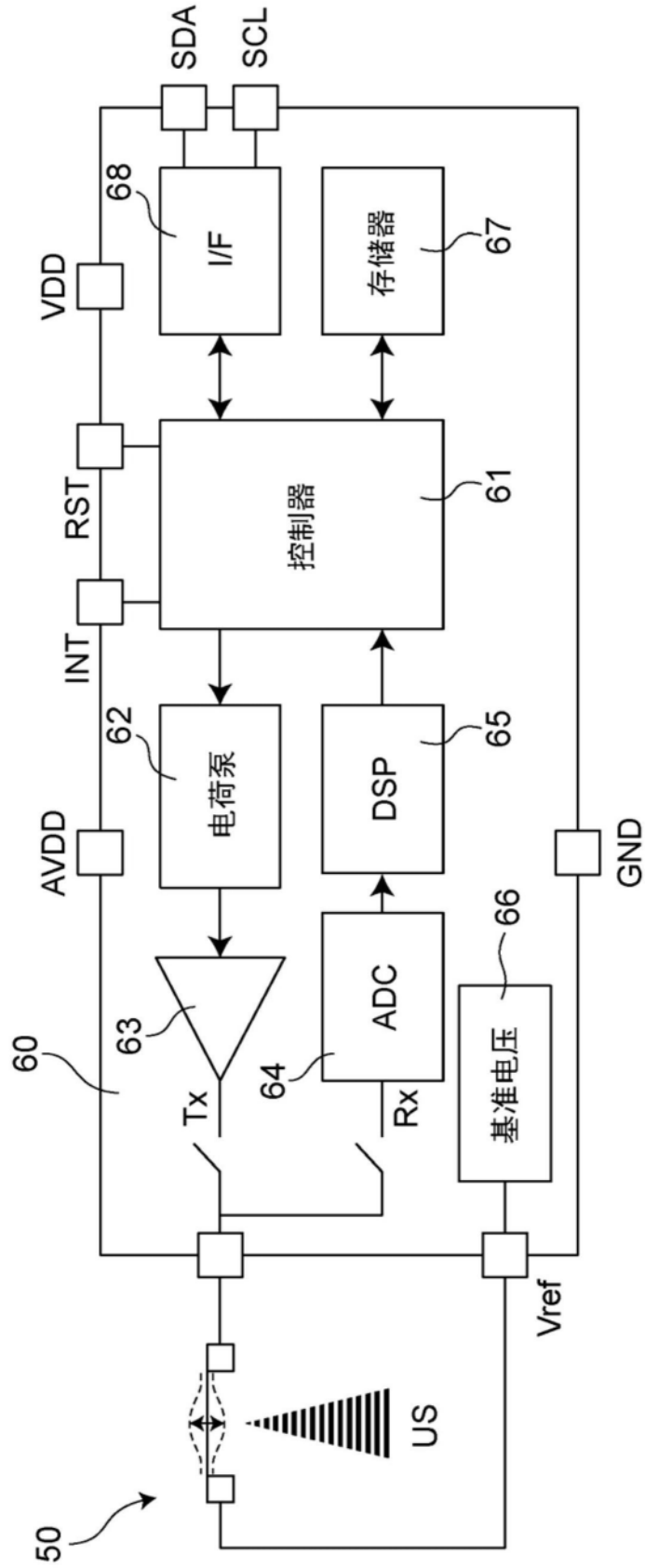


图10

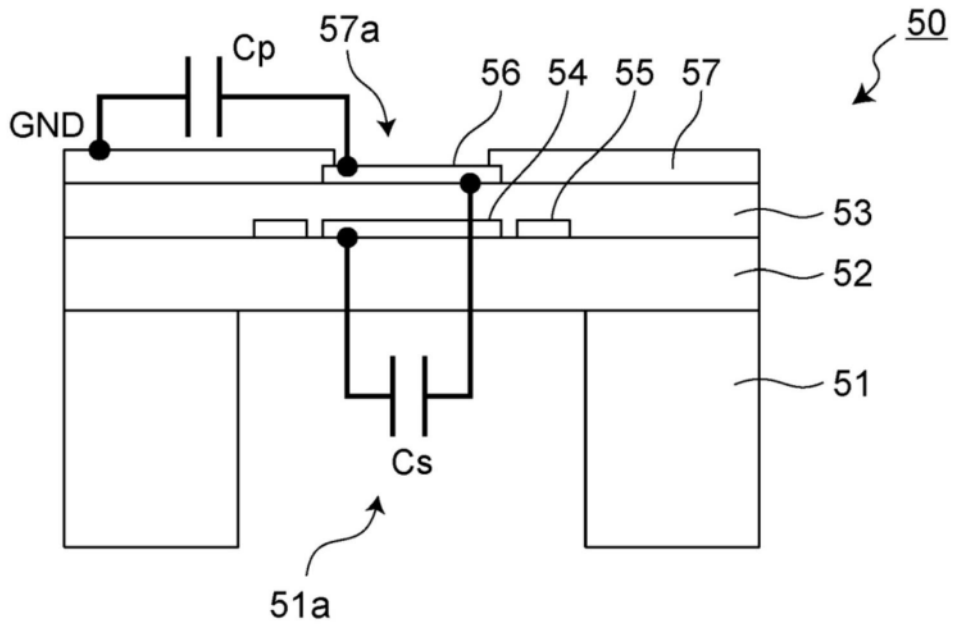


图11

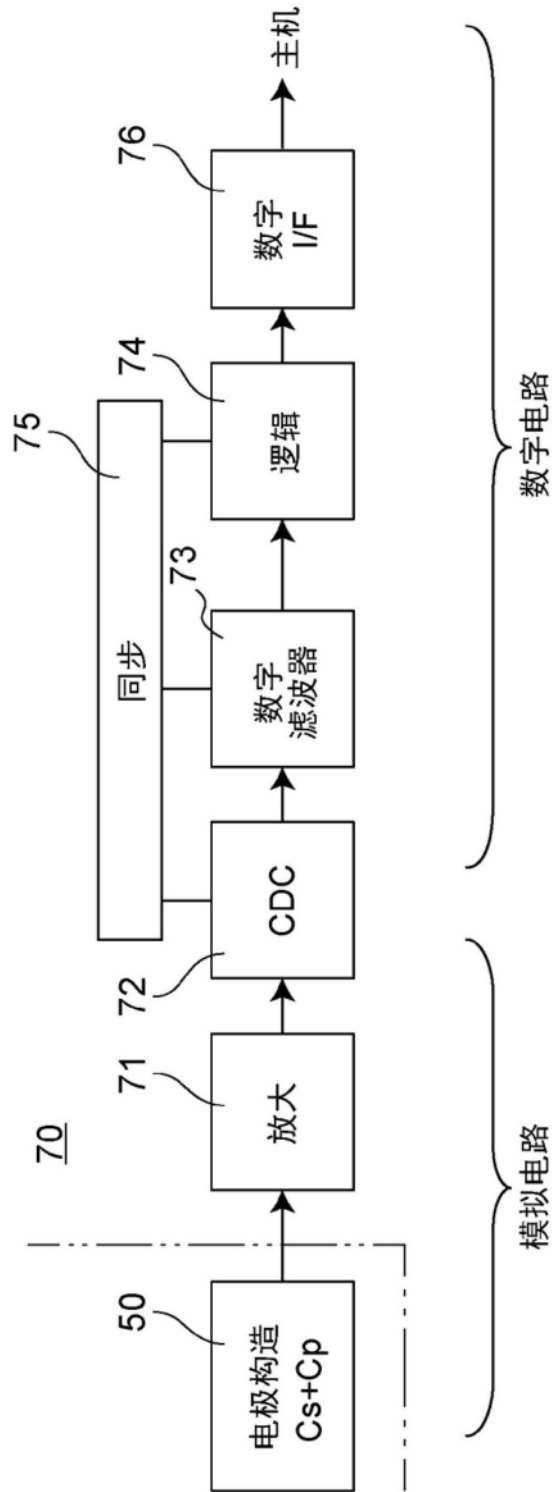


图12

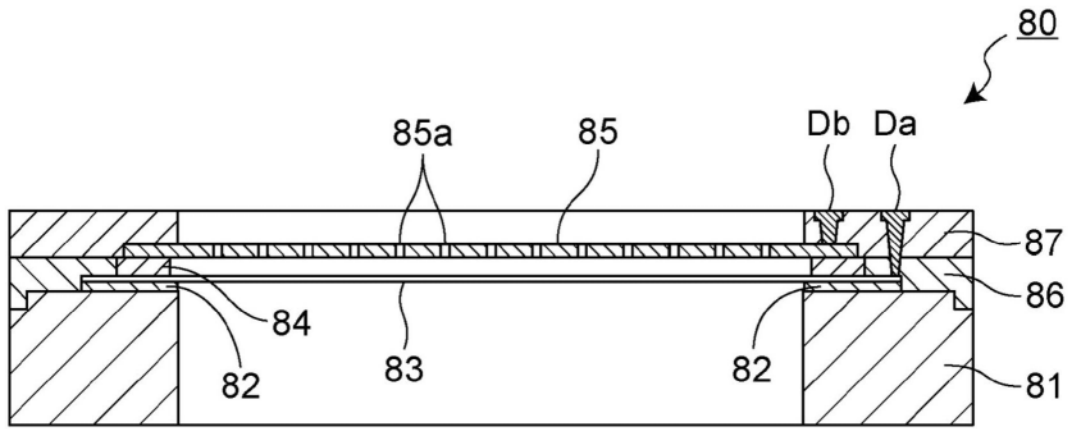


图13

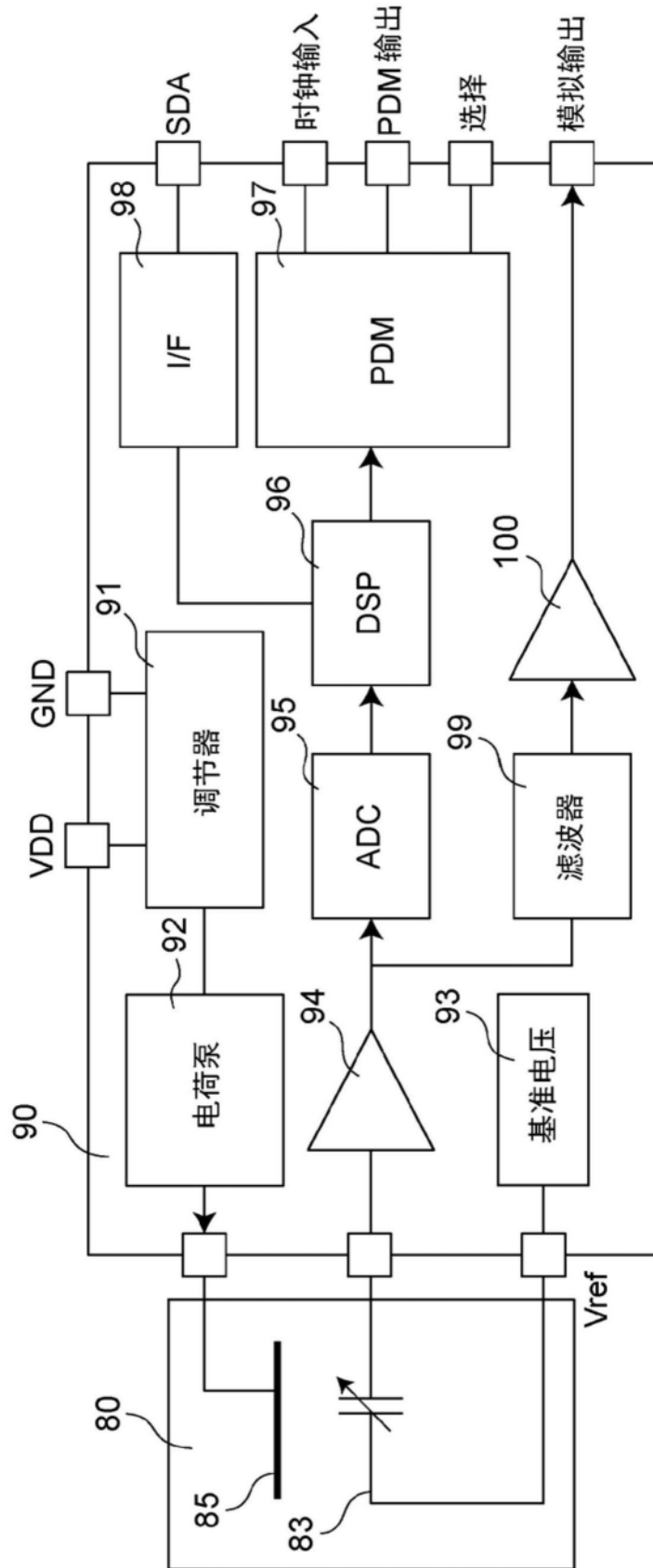


图14

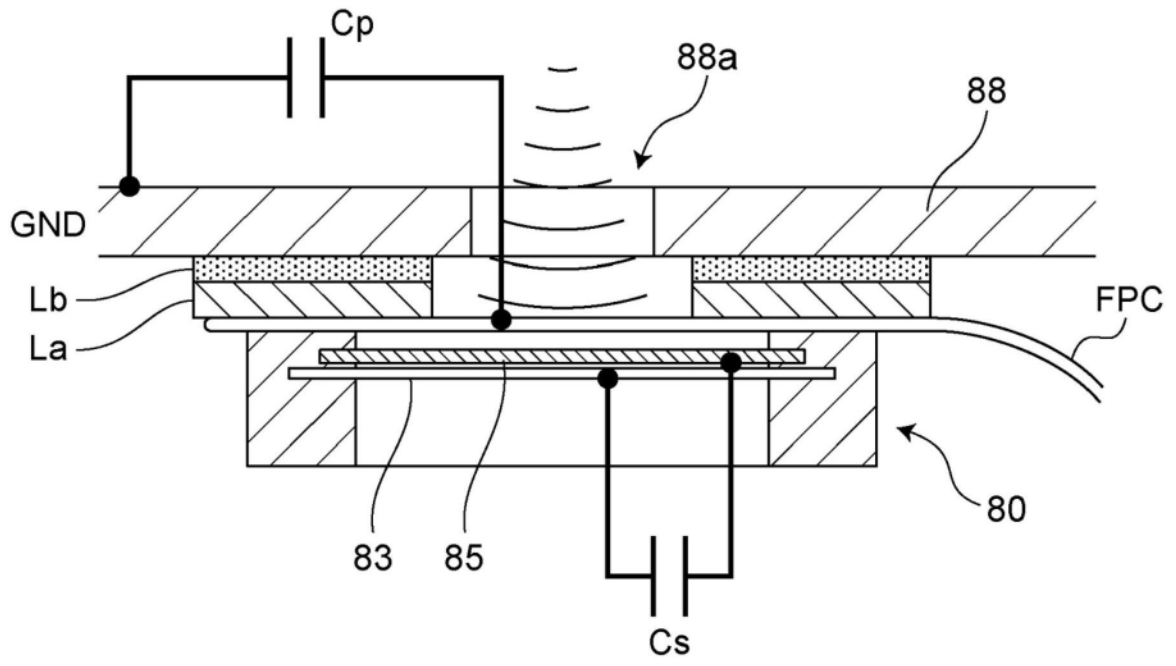


图15

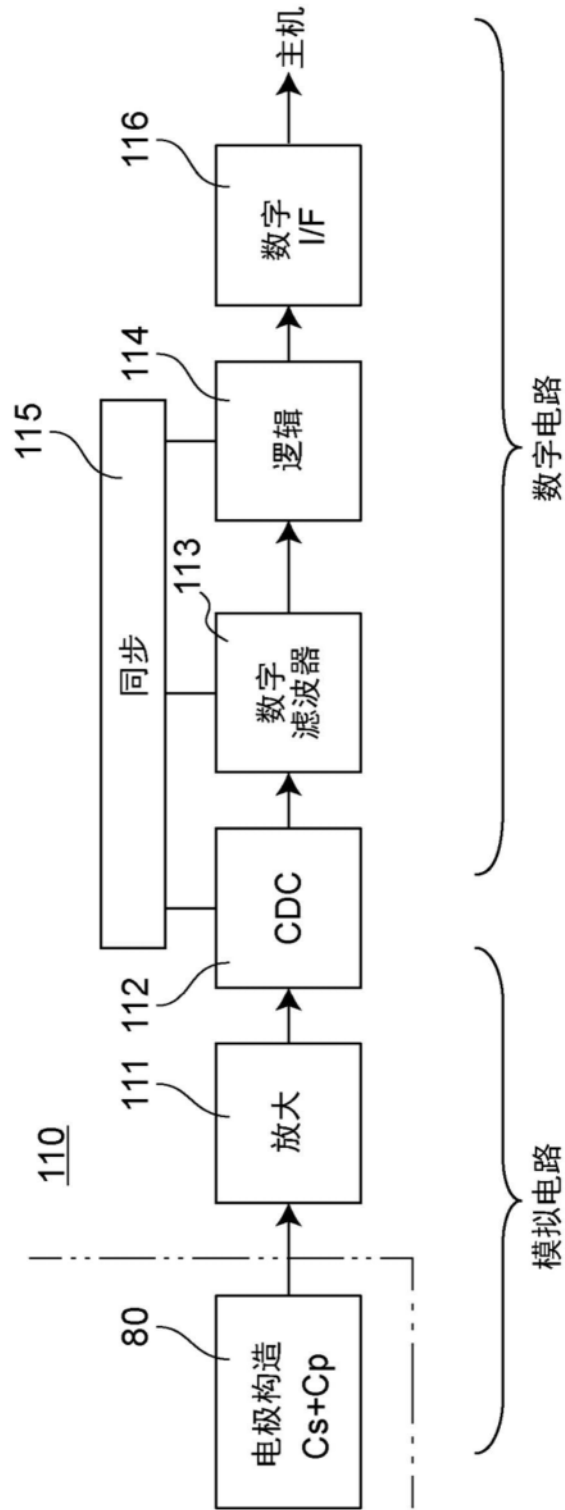


图16