



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112470109 A

(43) 申请公布日 2021.03.09

(21) 申请号 201980049591.2

(22) 申请日 2019.03.22

(30) 优先权数据

2018-167887 2018.09.07 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.01.25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2019/012229 2019.03.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/049781 JA 2020.03.12

(71) 申请人 阿尔卑斯阿尔派株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 山田朋辉

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 刘文海

(51) Int.Cl.

G06F 3/041 (2006.01)

G06F 3/044 (2006.01)

H03K 17/945 (2006.01)

H03K 17/955 (2006.01)

H03K 17/96 (2006.01)

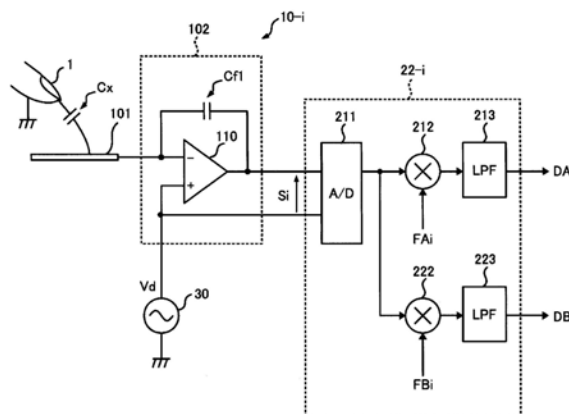
权利要求书3页 说明书14页 附图8页

(54) 发明名称

传感器装置和其控制方法以及程序

(57) 摘要

传感器装置具有：传感器部，输出具有与检测对象的物理量相应的振幅的正弦波的检测信号；参照信号生成部，生成具有与检测信号相等的频率且具有与检测信号相等的相位的正弦波的第1参照信号；和解调部，将第1参照信号与从传感器部输出的检测信号相乘，生成与该相乘结果的信号所包括的直流分量相应的信号，作为与检测对象的物理量相应的第1解调信号。参照信号生成部生成具有与检测信号相等的频率且相位相对于检测信号偏离了的正弦波的第2参照信号。解调部将第2参照信号与从传感器部输出的检测信号相乘，并生成与该相乘结果的信号所包括的直流分量相应的信号，作为与重叠于检测信号的噪声分量相应的第2解调信号。



1. 一种传感器装置, 具有:

传感器部, 输出具有与检测对象的物理量相应的振幅的正弦波的检测信号;

参照信号生成部, 生成具有与所述检测信号相等的频率且具有与所述检测信号相等的相位的正弦波的第1参照信号; 和

解调部, 将所述第1参照信号与从所述传感器部输出的所述检测信号相乘, 并生成与该相乘结果的信号所包括的直流分量相应的信号, 作为与所述检测对象的物理量相应的第1解调信号,

所述参照信号生成部生成具有与所述检测信号相等的频率且相位相对于所述检测信号偏离了的正弦波的第2参照信号,

所述解调部将所述第2参照信号与从所述传感器部输出的所述检测信号相乘, 并生成与该相乘结果的信号所包括的直流分量相应的信号, 作为与重叠于所述检测信号的噪声分量相应的第2解调信号。

2. 根据权利要求1所述的传感器装置, 其中,

所述参照信号生成部生成相位相对于所述检测信号偏离了4分之1周期的正弦波的信号, 作为所述第2参照信号。

3. 根据权利要求1或2所述的传感器装置, 其中,

具有:

驱动信号生成部, 生成正弦波的驱动信号; 和

控制部,

所述传感器部根据输入的所述驱动信号, 输出具有与所述驱动信号的驱动频率相等的频率的所述检测信号,

所述控制部计算与所述第2解调信号的时间的变化相应的噪声量, 并在计算出的所述噪声量超过阈值的情况下, 变更所述驱动频率。

4. 根据权利要求3所述的传感器装置, 其中,

所述控制部基于在所述解调部中连续地生成的多个所述第2解调信号来计算所述噪声量。

5. 根据权利要求3或4所述的传感器装置, 其中,

具有多个所述传感器部,

所述解调部针对所述多个传感器部各自而生成所述第1解调信号和所述第2解调信号,

所述控制部针对所述多个传感器部各自而计算所述噪声量, 并在针对所述多个传感器部计算出的多个所述噪声量之和超过阈值的情况下, 变更所述驱动频率。

6. 根据权利要求3~5中任一项所述的传感器装置, 其中,

具有多个所述传感器部,

所述多个传感器部各自输出相位相对于所述驱动信号而延迟了的所述检测信号,

所述解调部针对所述多个传感器部各自而生成所述第1解调信号和所述第2解调信号,

所述参照信号生成部针对所述多个传感器部各自, 使用所述驱动信号来生成用于所述解调部生成所述第1解调信号的所述第1参照信号、和用于所述解调部生成所述第2解调信号的所述第2参照信号,

所述控制部针对所述多个传感器部各自而单独地设定所述第1参照信号相对于所述驱

动信号的相位的延迟以及所述第2参照信号相对于所述驱动信号的相位的延迟。

7. 根据权利要求3~6中任一项所述的传感器装置,其中,

所述控制部在变更所述驱动频率的情况下,从预先决定的多个频率中,选择与现在的所述驱动频率不同的频率来作为新的所述驱动频率。

8. 根据权利要求3~6中任一项所述的传感器装置,其中,

所述控制部:

在检测所述物理量的通常模式下,将所述参照信号生成部控制为生成所述第1参照信号,并将所述解调部控制为生成所述第1解调信号,

在检测所述噪声的噪声检测模式下,将所述参照信号生成部控制为生成所述第2参照信号,并将所述解调部控制为生成所述第2解调信号,

计算与在所述噪声检测模式下生成的所述第2解调信号的时间的变化相应的所述噪声量,

在所述噪声量超过所述阈值的情况下,变更所述通常模式下的所述驱动频率。

9. 根据权利要求8所述的传感器装置,其中,

所述控制部在所述通常模式下,周期性地重复由所述解调部进行的所述第1解调信号的生成,并且周期性地重复暂时性地从所述通常模式向所述噪声检测模式转换且计算所述噪声量的动作。

10. 根据权利要求9所述的传感器装置,其中,

所述控制部:

每当暂时性地向所述噪声检测模式转换时,从预先决定的多个频率中依次选择作为所述驱动频率而使用的频率,

在变更所述驱动频率的情况下,选择所述噪声量变得小于所述阈值的生成所述第2解调信号的最近的所述噪声检测模式下的所述驱动频率,作为所述通常模式下的新的所述驱动频率。

11. 根据权利要求1~10中任一项所述的传感器装置,其中,

具有生成正弦波的驱动信号的驱动信号生成部,

所述传感器部包括:

至少1个电极,形成静电电容根据物体的接近程度变化的电容器;和

静电电容检测电路,经由所述电极向所述电容器施加所述驱动信号,并生成所述检测信号,该检测信号是与随着所述驱动信号的施加而传输到所述电容器的电荷相应的所述检测信号,并且具有与所述电容器的静电电容相应的振幅。

12. 一种传感器装置的控制方法,所述传感器具有:

驱动信号生成部,生成正弦波的驱动信号;

传感器部,根据输入的驱动信号输出具有与正驱动信号的驱动频率相等的频率且具有与检测对象的物理量相应的振幅的正弦波的检测信号;

参照信号生成部,生成具有与所述检测信号相等的频率且具有与所述检测信号相等的相位的正弦波的第1参照信号;和

解调部,将所述第1参照信号与从所述传感器部输出的所述检测信号相乘,并生成与该相乘结果的信号所包括的直流分量相应的信号,作为与所述检测对象的物理量相应的第1

解调信号，

所述控制方法具有以下操作：

在检测所述物理量的通常模式下，将所述参照信号生成部控制为生成所述第1参照信号；

在所述通常模式下，将所述解调部控制为生成所述第1解调信号；

在检测所述噪声的噪声检测模式下，将所述参照信号生成部控制为生成具有与所述检测信号相等的频率且相位相对于所述检测信号偏离了的正弦波的第2参照信号；

在所述噪声检测模式下，将所述解调部控制为将所述第2参照信号与从所述传感器部输出的所述检测信号相乘，并生成与该相乘结果的信号所包括的直流分量相应的信号，作为与重叠于所述检测信号的噪声分量相应的第2解调信号；

计算与在所述噪声检测模式下生成的所述第2解调信号的时间的变化相应的噪声量；  
和

在所述噪声量超过所述阈值的情况下，变更所述通常模式下的所述驱动频率。

13. 一种用于使计算机执行权利要求12所述的传感器装置的控制方法的程序。

## 传感器装置和其控制方法以及程序

### 技术领域

[0001] 本公开涉及根据输入的驱动信号生成检测信号的传感器装置和其控制方法以及程序,例如涉及检测静电电容的静电电容传感器等传感器装置。

### 背景技术

[0002] 在检测静电电容随着物体的接近的变化的一般的静电电容传感器中,在物体接近的场所配置有1个以上的电极,从而检测形成在物体与电极间或电极间的寄生的电容器的静电电容。向这些电极施加具有一定的振幅的驱动信号,并通过电荷放大器检测与驱动信号相应地变化的电容器的电荷。在驱动信号的振幅恒定的情况下,电荷放大器输出的检测信号(与电容器的电荷成正比的信号)的变化表示电容器的静电电容的变化。在触摸板、触摸屏、触摸开关等所代表的静电电容传感器中,基于这样的静电电容的变化来感知人体等的接近,并进行坐标的计算、姿势识别。

[0003] 在静电电容传感器中,由于检测到因电极而寄生地形成的电容器的微小的电荷的变化,因而由电极和噪声源的静电耦合导致的噪声容易混入,噪声容易与检测信号重叠。为了降低与检测信号重叠的噪声分量,一般使用如下的方法:将与驱动信号相同的频率的正弦波信号与检测信号相乘,并根据该相乘结果,通过低通滤波器来提取直流分量。通过低通滤波器提取的直流分量和与检测信号中的驱动信号相同频率的信号分量的振幅成正比,因而具有与驱动信号不同的频率的噪声分量被有效地去除。

[0004] 例如在下述的专利文献1中记载的传感器中,在检测2个电极间的静电电容的电路中,向一个电极施加驱动信号,并在另一电极连接电流·电压变换电路。与驱动信号具有相同的频率的SIN信号和COS信号分别与电流·电压变换电路的输出信号相乘,根据2个相乘结果通过低通滤波器提取2个直流分量。2个直流分量表示电流·电压变换电路的输出信号所包括的驱动信号和相同频率的信号分量的向量,能够根据该向量的大小求出该信号分量的振幅、即静电电容。

[0005] 在先技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2013-135346号公报

### 发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 但是,在将与驱动信号相同频率的参照信号与检测信号相乘而提取直流分量的方法中,有不能去除与驱动信号相同频率的噪声分量这样的问题。因此,在上述的专利文献1所记载的传感器中,在判定与驱动信号相同频率的噪声是否混入的情况下,在停止驱动信号的施加的状态下进行直流分量的提取。在停止驱动信号的施加的状态下提取的直流分量中不包括与静电电容相关的分量,几乎仅包括噪声分量,因而能够根据该直流分量的大小判定噪声的混入的有无。

[0010] 然而,在具有基于共用的正弦波信号来生成驱动信号和参照信号的简易的电路结构的情况下,如果为了停止驱动信号的施加而停止正弦波信号的生成,则参照信号的生成也停止。因此,有需要追加仅停止驱动信号的生成的电路,从而电路结构变得复杂这样的缺点。此外,在输出驱动信号的情况下和停止输出的情况下,如果生成驱动信号的电路的输出阻抗变化,则电极与噪声源之间的静电耦合的状态会变化,从而与检测信号重叠的噪声分量的大小也可能变化。

[0011] 另一方面,作为判定驱动信号和相同频率的噪声是否混入的另外的方法,考虑利用根据参照信号与检测信号的相乘结果而提取的直流分量的时间性变动(例如,连续地获得的2个直流分量之差)的方法。由于预计在混入有驱动信号和相同频率的噪声的情况下,直流分量的时间性变动变大,因而在直流分量的时间性变动超过给定阈值的情况下,能够判定为混入有驱动信号和相同频率的噪声。

[0012] 然而,在如上述那样利用直流分量的时间性变动的方法中,有不能区分物体的接近状态高速地变化的情况下的直流分量的变动和由噪声导致的变动的缺点。因此,在物体(手指等)与电极的距离快速地变化的情况下,有将因该变化而产生的直流分量的变动误判定为由噪声所导致的变动的情况。

[0013] 因此,本公开的目的在于,提供能够利用简易的结构来调查与检测信号重叠的噪声分量的传感器装置和其控制方法以及程序。

[0014] 用于解决课题的手段

[0015] 本公开的第1方式涉及的传感器装置具有:传感器部,输出具有与检测对象的物理量相应的振幅的正弦波的检测信号;参照信号生成部,生成具有与检测信号相等的频率且具有与检测信号相等的相位的正弦波的第1参照信号;和解调部,将第1参照信号与从传感器部输出的检测信号相乘,并生成与该相乘结果的信号所包括的直流分量相应的信号,作为与检测对象的物理量相应的第1解调信号。参照信号生成部生成具有与检测信号相等的频率且相位相对于检测信号而偏离了的正弦波的第2参照信号。解调部将第2参照信号与从传感器部输出的检测信号相乘,生成与该相乘结果的信号所包括的直流分量相应的信号,作为与重叠于检测信号的噪声分量相应的第2解调信号。

[0016] 根据第1方式涉及的传感器装置,在解调部中,将具有与检测信号相等的频率且具有与检测信号相等的相位的第1参照信号与从传感器部输出的检测信号相乘。该相乘结果的信号所包括的直流分量具有与检测信号的振幅相应的大小、即与检测对象的物理量相应的大小。因此,第1解调信号具有与检测对象的物理量相应的大小。此外,在解调部中,将具有与检测信号相等的频率且相位相对于检测信号偏离了的第2参照信号与从传感器部输出的检测信号相乘。与该相乘结果的信号所包括的直流分量相应的第2解调信号相较于第1解调信号,具有与检测信号相等的相位的信号的分量变得相对小,与检测信号相同频率的噪声分量变得相对大。因此,第2解调信号与第1解调信号相比,相对于检测信号的相关性变低,并且相对于与检测信号相同频率的噪声分量的相关性变高。

[0017] 优选地,参照信号生成部可以生成相位相对于检测信号偏离了4分之1周期的正弦波的信号,作为第2参照信号。

[0018] 根据该结构,将具有与检测信号相等的频率且相位相对于检测信号偏离了4分之1周期的正弦波的第2参照信号在解调部中与从传感器部输出的检测信号相乘。该相乘结果

所包括的直流分量几乎不包括具有与检测信号相等的相位的信号的分量、即与检测信号相应的分量,而具有与频率与检测信号相同的噪声分量相应的大小。因此,第2解调信号相对于检测信号的相关性进一步变低,并且相对于频率与检测信号相同的噪声分量的相关性进一步变高。

[0019] 优选地,上述传感器装置可以具有:驱动信号生成部,生成正弦波的驱动信号;和控制部。传感器部可以根据输入的驱动信号,输出具有与驱动信号的驱动频率相等的频率的检测信号。控制部可以计算与第2解调信号的时间性变化相应的噪声量,并在计算的噪声量超过阈值的情况下,变更驱动频率。

[0020] 根据该结构,根据第2解调信号,计算与频率与检测信号相同的噪声分量相关的噪声量。在该噪声量超过阈值的情况下,变更驱动频率,变得不使用噪声较大的频率来作为驱动频率。因此,容易避免由噪声的混入导致的对第1解调信号的影响。

[0021] 优选地,控制部可以基于在解调部中连续地生成的多个第2解调信号来计算噪声量。

[0022] 根据该结构,基于连续地生成的多个第2解调信号,计算与第2解调信号的时间的变化相应的噪声量。

[0023] 优选地,上述传感器装置可以具有多个传感器部。解调部可以针对多个传感器部各自而生成第1解调信号和第2解调信号。控制部可以针对多个传感器部各自而计算噪声量,并在针对多个传感器部计算出的多个噪声量之和超过阈值的情况下,变更驱动频率。

[0024] 根据该结构,在针对多个传感器部计算出的多个噪声量之和超过阈值的情况下,判定为混入有噪声,并变更驱动信号频率。因此,即使在产生相对于多个传感器部而整体性地产生影响的噪声的混入的情况下,也容易避免由该噪声混入导致的对第1解调信号的影响。

[0025] 优选地,上述传感器装置可以具有多个传感器部,多个传感器部各自可以输出相位相对于驱动信号延迟了的检测信号。解调部可以针对多个传感器部各自而生成第1解调信号和第2解调信号。参照信号生成部可以针对多个传感器部各自,使用驱动信号来生成用于解调部生成第1解调信号的第1参照信号和用于解调部生成第2解调信号的第2参照信号。控制部可以针对多个传感器部各自而单独地设定第1参照信号相对于驱动信号的相位的延迟以及第2参照信号相对于驱动信号的相位的延迟。

[0026] 根据该结构,即使在在各传感器部中生成的检测信号相对于驱动信号生成单独的相位延迟的情况下,也能够与该单独的相位延迟匹配地针对每个传感器部而适当地设定第1参照信号相对于驱动信号的相位的延迟以及第2参照信号相对于驱动信号的相位的延迟。

[0027] 优选地,控制部可以在变更驱动频率的情况下,从预先决定的多个频率中选择与现在的驱动频率不同的频率来作为新的驱动频率。

[0028] 根据该结构,由于从预先决定的多个频率中选择驱动频率,因而能够将驱动频率的变更关联的结构简化。

[0029] 优选地,可以是,控制部在检测物理量的通常模式下,将参照信号生成部控制为生成第1参照信号,并且将解调部控制为生成第1解调信号,在检测噪声的噪声检测模式下,将参照信号生成部控制为生成第2参照信号,并且将解调部控制为生成第2解调信号。此外,控制部可以计算与在噪声检测模式下生成的第2解调信号的时间性变化相应的噪声量,在噪

声量超过阈值的情况下,变更通常模式下的驱动频率。

[0030] 根据该结构,能够在解调部中,将基于检测信号和第1参照信号生成第1解调信号的电路和基于检测信号和第2参照信号生成第2解调信号的电路共用化,从而解调部的电路结构变得简易。此外,在参照信号生成部中,也可以不同时生成第1参照信号和第2参照信号,从而参照信号生成部的电路结构变得简易。

[0031] 优选地,控制部可以在通常模式下,周期性地重复由解调部进行的第1解调信号的生成,并周期性地重复从通常模式暂时性地向噪声检测模式转换且计算噪声量的动作。

[0032] 根据该结构,在通常模式下,周期性地重复第1解调信号的生成,并且周期性地重复从通常模式暂时性地向噪声检测模式转换且计算噪声量的动作。因此,即使在再次产生噪声的混入的情况下,也可自动地进行基于噪声量与阈值的比较的驱动频率的变更,因此容易避免由噪声的混入导致的对第1解调信号的影响。

[0033] 优选地,可以是,控制部每当暂时性地向噪声检测模式转换时,从预先决定的多个频率中依次选择作为驱动频率使用的频率,并在变更驱动频率的情况下,选择噪声量变得小于阈值的生成第2解调信号的最近的噪声检测模式下的驱动频率,来作为通常模式下的新的驱动频率。

[0034] 根据该结构,每当暂时性地向噪声检测模式转换时,使用从预先决定的多个频率中依次选择的驱动频率,计算噪声量。然后,在噪声检测模式下,在噪声量超过阈值的情况下,选择噪声量变得小于阈值的生成第2解调信号的最近的噪声检测模式下的驱动频率,来作为通常模式下的新的驱动频率。由此,变得容易选择最近噪声较小的频率来作为驱动频率,因而容易避免噪声的混入所导致的对第1解调信号的影响。

[0035] 优选地,上述传感器装置可以具有生成正弦波的驱动信号的驱动信号生成部。传感器部可以包括:至少1个电极,形成静电电容根据物体的接近程度而变化的电容器;和静电电容检测电路,经由电极向电容器施加驱动信号,并生成检测信号,该检测信号是与随着驱动信号的施加而传输到电容器的电荷相应的检测信号,并且具有与电容器的静电电容相应的振幅。

[0036] 根据该结构,在检测与物体的接近程度相应的静电电容的变化的传感器装置中,能够用简易的结构来调查与检测信号重叠的与驱动信号相同频率的噪声分量。

[0037] 本公开的第2方式涉及的控制方法涉及传感器装置的控制方法,该传感器装置具有:驱动信号生成部,生成正弦波的驱动信号;传感器部,根据输入的驱动信号输出具有与正驱动信号的驱动频率相等的频率且具有与检测对象的物理量相应的振幅的正弦波的检测信号;参照信号生成部,生成具有与检测信号相等的频率且具有与检测信号相等的相位的正弦波的第1参照信号;和解调部,将第1参照信号与从传感器部输出的检测信号相乘,并生成与该相乘结果的信号所包括的直流分量相应的信号,作为与检测对象的物理量相应的第1解调信号。该传感器装置的控制方法具有以下操作:在检测物理量的通常模式下,将参照信号生成部控制为生成第1参照信号;在通常模式下,将解调部控制为生成第1解调信号;在检测噪声的噪声检测模式下,将参照信号生成部控制为生成具有与检测信号相等的频率且相位相对于检测信号偏离了的正弦波的第2参照信号;在噪声检测模式下,将解调部控制为将第2参照信号与从传感器部输出的检测信号相乘,并生成与该相乘结果的信号所包括的直流分量相应的信号,作为与重叠于检测信号的噪声分量相应的第2解调信号;计算与在



噪声检测模式下生成的第2解调信号的时间的变化相应的噪声量;和在噪声量超过阈值的情况下,变更通常模式下的驱动频率。

[0038] 本公开的第3方式涉及用于使计算机执行上述第2方式涉及的传感器装置的控制方法的程序。

[0039] 发明效果

[0040] 根据本公开,能够提供能够用简易的结构来调查与检测信号重叠的噪声分量的传感器装置和其控制方法以及程序。

## 附图说明

[0041] 图1是示出本实施方式涉及的传感器装置的结构的一个例子的图。

[0042] 图2是示出图1所示的传感器装置中的静电电容检测电路以及解调电路的结构的一个例子的图。

[0043] 图3是示出图1所示的传感器装置中的参照信号生成部的结构的一个例子的图。

[0044] 图4是用于说明图1所示的传感器装置的动作例的流程图。

[0045] 图5是用于说明图1所示的传感器装置的其他动作例的流程图。

[0046] 图6是示出其他实施方式涉及的传感器装置的结构的一个例子的图。

[0047] 图7是示出图6所示的传感器装置中的静电电容检测电路以及解调电路的结构的一个例子的图。

[0048] 图8是示出图6所示的传感器装置中的参照信号生成部的结构的一个例子的图。

## 具体实施方式

[0049] 以下,一边参照附图一边对本实施方式涉及的传感器装置进行说明。

[0050] 图1是示出本实施方式涉及的传感器装置的结构的一个例子的图。图1所示的传感器装置具有多个传感器部10-1~10-n(以下,有不区分各自地描述为“传感器部10”的情况。)、解调部20、正弦波产生部30、驱动信号生成部35、参照信号生成部40、处理部50、存储部60和接口部70。

[0051] 本实施方式涉及的传感器装置是检测静电电容随着手指等物体接近的变化的装置,例如包括检测静电电容随着物体的接近的变化,从而进行各种处理(接触的判定、接触位置的坐标的计算等)的触摸板、触摸屏、触摸开关等。另外,所谓本说明书中的“接近”,意味着相对于对象而处于较近处,不限定与对象的接触的有无。

[0052] [传感器部10]

[0053] 传感器部10-i(i指示从1到n的整数。)输出与手指等物体1的接近程度相应的检测信号 $S_i$ (以下,有不区分地描述为“检测信号S”的情况。)。传感器部10-i根据输入的正弦波的驱动信号 $V_d$ ,生成正弦波的检测信号 $S_i$ ,该正弦波的检测信号 $S_i$ 具有与驱动信号 $V_d$ 的驱动频率 $f_d$ 相等的频率且相对于驱动信号 $V_d$ 具有给定相位 $\phi_i$ (以下,有不区分地描述为“相位 $\phi$ ”的情况。),并且具有与根据物体1的接近状态而变化的电容器 $C_x$ 的静电电容相应的振幅。

[0054] 检测信号 $S_i$ 相对于驱动信号 $V_d$ 而具有的相位 $\phi_i$ 是传感器部10-i的检测信号 $S_i$ 具有的固有的值。即,在各传感器部10中生成的检测信号S相对于驱动信号 $V_d$ 而具有单独的相

位 $\Phi$ 。

[0055] 例如如图2所示,传感器部10-i包括配置在手指等物体1接近的场所的电极101和静电电容检测电路102。电极101形成静电电容根据物体1的接近程度变化的电容器 $C_x$ 。电容器 $C_x$ 是交流地在可视为接地电位的导体的手指等物体1与电极101之间形成的寄生的电容分量。物体1越靠近电极101,则电容器 $C_x$ 的静电电容变得越大。

[0056] 静电电容检测电路102基于经由电极101而传输到电容器 $C_x$ 的电荷,生成与电容器 $C_x$ 的静电电容相应的检测信号 $S_i$ 。静电电容检测电路102经由电极101向电容器 $C_x$ 施加驱动信号 $V_d$ ,并生成与随着驱动信号 $V_d$ 的施加而传输到电容器 $C_x$ 的电荷相应的检测信号 $S_i$ 。检测信号 $S_i$ 具有与电容器 $C_x$ 的静电电容相应的振幅。

[0057] 例如如图2所示,静电电容检测电路102包括运算放大器110和电容器 $C_{f1}$ 。在运算放大器110的反相输入端子与输出端子之间连接有电容器 $C_{f1}$ 。在运算放大器110的非反相输入端子,通过驱动信号生成部35供给正弦波的驱动电压 $V_d$ 。电极101与运算放大器110的反相输入端子连接。驱动电压 $V_d$ 例如是正弦波的交流电压。运算放大器110控制输出电压,以使得反相输入端子的电压和非反相输入端子的电压几乎一致,因而在电容器 $C_x$ 产生与驱动电压 $V_d$ 几乎相同的交流电压。在电容器 $C_x$ 产生交流电压时,产生与该交流电压和电容器 $C_x$ 的静电电容成正比的电荷的变化。电容器 $C_x$ 中的电荷的变化与电容器 $C_{f1}$ 中的电荷的变化几乎相等。其结果是,在电容器 $C_{f1}$ 产生的交流电压具有与电容器 $C_x$ 的静电电容大概成正比的振幅。检测信号 $S_i$ 是在运算放大器110的输出端子与非反相输入端子之间产生的电压,与在电容器 $C_{f1}$ 产生的交流电压大致相等。因此,检测信号 $S_i$ 具有与电容器 $C_x$ 的静电电容大概成正比的振幅。

[0058] [正弦波产生部30]

[0059] 正弦波产生部30根据处理部50的后述的控制部501的控制,生成成为驱动信号 $V_d$ 的基础的正弦波信号 $W$ 。正弦波产生部30例如是与处理部50的时钟同步地动作的数字电路,正弦波信号 $W$ 设定为驱动频率 $f_d$ 的数字信号。

[0060] [驱动信号生成部35]

[0061] 驱动信号生成部35基于在正弦波产生部30中生成的正弦波信号 $W$ ,生成作为模拟信号的正弦波的驱动信号 $V_d$ 。在一个例子中,驱动信号 $V_d$ 是正弦波的交流电压,但在其他例子中,驱动信号 $V_d$ 也可以是非正弦波(例如矩形波)的交流电压。通过将驱动信号 $V_d$ 设为正弦波的交流电压,能够降低从电极101放出的高次谐波的噪声。

[0062] [参照信号生成部40]

[0063] 参照信号生成部40生成在后述的解调部20中在与检测信号 $S_1 \sim S_n$ 的相乘中使用的参照信号 $F_1 \sim F_n$ (以下,有不区分各自地描述为“参照信号 $F$ ”的情况。)。参照信号 $F_i$ 在与检测信号 $S_i$ 的相乘中使用。

[0064] 本实施方式涉及的传感器装置具有2个动作模式(通常模式、噪声检测模式)。通常模式是检测电容器 $C_x$ 的静电电容的动作模式,噪声检测模式是检测与检测信号 $S_i$ 重叠的噪声分量的动作模式。参照信号生成部40在该通常模式和噪声检测模式下,使参照信号 $F_i$ 的相位变化 $\frac{1}{4}$ 周期( $\pi/2$ 弧度)。

[0065] 即,参照信号生成部40在通常模式下,生成具有与正弦波的检测信号 $S_i$ 相等的频率且具有与正弦波的检测信号 $S_i$ 相等的相位的正弦波的参照信号 $F_i$ (以下,有描述为“第1

参照信号FAi”的情况。)。具体地,参照信号生成部40根据从驱动信号生成部35输入的驱动信号Vd,生成具有与驱动频率fd相等的频率且具有相对于驱动信号Vd而具有给定相位 $\phi_i$ 的第1参照信号FAi。

[0066] 此外,参照信号生成部40在噪声检测模式下,生成具有与正弦波的检测信号Si相等的频率且相位相对于正弦波的检测信号Si偏离了4分之1周期的正弦波的参照信号Fi(以下,有描述为“第2参照信号FBi”的情况。)。具体地,参照信号生成部40生成具有与驱动频率fd相等的频率且相对于驱动信号Vd的相位与第1参照信号FAi比较偏离了4分之1周期的第2参照信号FBi。

[0067] 通常模式时的第1参照信号FAi具有与检测信号Si大致相同的相位,但噪声检测模式时的第2参照信号FBi具有相对于检测信号Si偏离了4分之1周期的相位。

[0068] 图3是示出参照信号生成部40的结构的一个例子的图。图3所示的参照信号生成部40具有相位调节部42、多工器43和相位调节部44-1~44-n。相位调节部42输出相位相对于正弦波信号W偏离了4分之1周期( $\pi/2$ 弧度)的信号。多工器43在通常模式下选择正弦波信号W,在噪声检测模式下选择相位调节部42的输出信号。相位调节部44-i输入在多工器4中选择的信号,并输出调节为相对于该输入信号具有“ $\phi_i$ ”的相位的信号来作为参照信号Fi。

[0069] [解调部20]

[0070] 解调部20分别通过参照信号F1~Fn对检测信号S1~Sn进行解调,生成指示该解调结果的解调信号D1~Dn(以下,有不区分各自地描述为“解调信号D”的情况。)。解调信号Di是通过参照信号Fi对检测信号Si进行解调得到的信号。

[0071] 解调部20例如如图1所示,包括n个解调电路21-1~21-n(以下,有不区分各自地描述为“解调电路21”的情况。)。解调电路21-i生成通过参照信号Fi对检测信号Si进行解调得到的解调信号Di。即,解调电路21-i将参照信号Fi与检测信号Si相乘,生成与其相乘结果的信号所包括的直流分量相应的信号,作为解调信号Di。

[0072] 如上述的那样,由于在通常模式时的第1参照信号FAi和噪声检测模式时的第2参照信号FBi中,相位偏离了4分之1周期,因而解调电路21-i生成的解调信号Di也在通常模式时和噪声检测模式时成为性质不同的信号。以下,将通常模式时的解调信号Di描述为“第1解调信号DAi”,并将噪声检测模式时的解调信号Di描述为“第2解调信号DBi”。

[0073] 第1解调信号DAi是与检测信号Si和第1参照信号FAi的相乘结果的信号所包括的直流分量相应的信号。在设检测信号Si为“ $A_s \cdot \sin(\omega t - \phi_i)$ ”,设第1参照信号FAi为

“ $A_f \cdot \sin(\omega t - \phi_i)$ ”,并设角频率 $\omega$ 为“ $2\pi f_d$ ”的情况下,将检测信号Si和第1参照信号FAi相乘得到的信号Y1表示为下式。

$$[0074] \quad Y1 = A_s \cdot \sin(\omega t - \phi_i) \times A_f \cdot \sin(\omega t - \phi_i)$$

$$[0075] \quad = -K \cdot \cos(2\omega t - 2\phi_i) + K \cdots (1)$$

$$[0076] \quad \text{其中, } K = A_s \cdot A_f / 2$$

[0077] 第1解调信号DAi是与式(1)所示的信号Y1的直流分量相应的信号,具有与“K”成正比的大小。因此,在通常模式时,解调电路21-i生成的第1解调信号DAi成为具有与电容器Cx的静电电容相应的大小的信号。

[0078] 另一方面,在将相位相对于检测信号Si偏离了4分之1周期( $\pi/2$ 弧度)的第2参照信

号 $F_{Bi}$ 设为“ $A_f \cdot \sin(\omega t - \phi_i - \pi/2)$ ”的情况下,将检测信号 $S_i$ 和第2参照信号 $F_{Bi}$ 相乘得到的信号 $Y_2$ 表示为下式。

$$[0079] \quad Y_2 = A_s \cdot \sin(\omega t - \phi_i - \pi/2) \times A_f \cdot \sin(\omega t - \phi_i)$$

$$[0080] \quad = -K \cdot \cos(2\omega t - 2\phi_i) + K \cdot \cos(\pi/2) \cdots (2)$$

[0081] 第2解调信号 $DB_i$ 是与式(2)所示的信号 $Y_2$ 的直流分量相应的信号,式(2)中的“ $\cos(\pi/2)$ ”为零。因此,由于在噪声分量完全为与检测信号 $S_i$ 重叠的情况下,信号 $Y_2$ 的直流分量变为零,因而第2解调信号 $DB_i$ 也变为零(或相当于零的基准值)。换言之,第2解调信号 $DB_i$ 具有与如下的噪声分量相应的大小:具有与驱动频率 $f_d$ 相同的频率且具有与检测信号 $S_i$ 不同的相位的噪声分量。因此,在噪声检测模式时,解调电路21-i生成的第2解调信号 $DB_i$ 成为具有与检测信号 $S_i$ 重叠的与驱动频率 $f_d$ 相同频率的噪声分量相应的大小的信号。

[0082] 例如如图2所示,解调电路21-i具有将模拟的检测信号 $S_i$ 变换为数字信号的A/D变换器211、相乘电路212和低通滤波器213。A/D变换器211例如包括还作为对运算放大器110的输出信号与驱动信号 $V_d$ 之差进行放大并且防止混叠的低通滤波器而起作用的差动放大器。A/D变换器211将该差动放大器的输出信号(相当于电容器 $C_{f1}$ 的交流电压的信号)变换为数字信号。相乘电路212将在A/D变换器211中被变换为数字信号的检测信号 $S_i$ 和参照信号 $F_i$ (第1参照信号 $FA_i$ 或第2参照信号 $FB_i$ )相乘。低通滤波器213去除相乘电路212的相乘结果的信号所包括的高频分量,以提取直流分量。在低通滤波器213中提取到的直流分量作为解调信号 $D_i$ 而被输出到后述的处理部50。

[0083] 另外,在图1所示的解调部20的例子中,使用 $n$ 个解调电路21生成了 $n$ 个解调信号 $D$ ,但也可以使用多工器等在1个解调电路21连接多个传感器部10,由此使用比 $n$ 个少的数量的解调电路21来生成 $n$ 个解调信号 $D$ 。

[0084] [处理部50]

[0085] 处理部50是控制输入装置的整体的动作用的电路,例如包括根据保存在存储部60的程序601的命令代码来进行处理的1个以上的计算机、构成为实现特定的功能的专用的硬件(逻辑电路等)而构成。处理部50的处理既可以全部在1个以上的计算机中基于程序601来执行,也可以是其至少一部分由专用的硬件执行。

[0086] 例如如图1所示,处理部50包括控制部501和位置计算部502。

[0087] 控制部501在各动作模式(通常模式、噪声检测模式)下,控制各电路(传感器部10、解调部20、正弦波产生部30、驱动信号生成部35、参照信号生成部40)中的信号的生成定时等,以使得适当地生成各信号(正弦波信号 $W$ 、参照信号 $F$ 、驱动信号 $V_d$ 、检测信号 $S$ 、解调信号 $D$ )。

[0088] 具体地,控制部501在通常模式下将参照信号生成部40控制为生成第1参照信号 $FA_i$ ,并且将解调部20控制为生成第1解调信号 $DA_i$ ,在噪声检测模式下,将参照信号生成部40控制为生成第2参照信号 $FB_i$ ,并且将解调部20控制为生成第2解调信号 $DB_i$ 。

[0089] 进一步地,控制部501计算与在噪声检测模式下生成的第2解调信号 $DB_i$ 的时间的变化相应的噪声量,在噪声量超过阈值的情况下,变更通常模式下的驱动频率 $f_d$ 。

[0090] 首先,控制部501计算对应于 $n$ 个第2解调信号 $DB_1 \sim DB_n$ 的 $n$ 个噪声量 $N_1 \sim N_n$ (以下,有不区分各自地描述为“噪声量 $N$ ”的情况。)。在控制部501计算对应于第2解调信号 $DB_i$ 的噪声量 $N_i$ 的情况下,基于连续地生成的多个第2解调信号 $DB_i$ ,计算与第2解调信号 $DB_i$ 的时间

的变化相应的噪声量 $N_i$ 。

[0091] 例如,控制部501也可以计算连续地生成的2个第2解调信号 $DB_i$ 之差(绝对值),作为噪声量 $N_i$ 。此外,控制部501也可以针对连续地生成的3个以上的第2解调信号 $DB_i$ 计算所有连续地生成的2个第2解调信号 $DB_i$ 之差(绝对值),并计算所计算出的所有的差(绝对值)的合计值,作为噪声量 $N_i$ 。或者,控制部501既可以计算连续地生成的3个以上的第2解调信号 $DB_i$ 中的最大值与最小值之差(绝对值),作为噪声量 $N_i$ ,还可以计算连续地生成的多个第2解调信号 $DB_i$ 的分散,作为噪声量 $N_i$ 。即,噪声量 $N_i$ 只要是表示第2解调信号 $DB_i$ 的时间的变化值即可,其计算方法可根据实施方式而适当选择。

[0092] 此外,控制部501也可以直接使用通过如上述那样的方法获得的1个噪声量 $N_i$ 来作为噪声量 $N_i$ 的计算结果,也可以使用通过移动平均法等而将连续地获取的多个噪声量 $N_i$ 平均化了的噪声量来作为噪声量 $N_i$ 的计算结果。

[0093] 接下来,控制部501基于 $n$ 个噪声量 $N_1 \sim N_n$ 的计算结果,判定噪声的混入的有无。例如,控制部501基于 $n$ 个噪声量 $N_1 \sim N_n$ 的计算结果,求出1个噪声量的代表值,在该噪声量的代表值超过给定阈值的情况下,判定为混入有噪声。噪声量的代表值例如既可以是将 $n$ 个噪声量 $N_1 \sim N_n$ 的计算结果合计了的计算结果(或者平均化了的计算结果),也可以是 $n$ 个噪声量 $N_1 \sim N_n$ 的计算结果中的最大值。

[0094] 此外,控制部501也可以将 $n$ 个噪声量 $N_1 \sim N_n$ 的计算结果分别与阈值进行判定,并在 $n$ 个噪声量 $N_1 \sim N_n$ 中超过阈值的噪声量的数量达到给定数量的情况下,判定为混入有噪声。

[0095] 控制部501在基于 $n$ 个噪声量 $N_1 \sim N_n$ 的计算结果,判定为混入有噪声的情况下,变更驱动频率 $f_d$ 。在变更驱动频率 $f_d$ 的情况下,控制部501从预先决定的多个频率中,选择与现在的驱动频率 $f_d$ 不同的频率来作为新的驱动频率 $f_d$ 。

[0096] 例如,控制部501在通常模式下,周期性地重复由解调部20进行的第1解调信号 $DA_i$ 的生成,并且周期性地重复暂时性地从通常模式向噪声检测模式转换且计算噪声量 $N_1 \sim N_i$ 的动作。即,控制部501周期性地重复计算噪声量 $N_1 \sim N_i$ 并判定噪声的混入的有无的动作。此外,控制部501每当暂时性地向噪声检测模式转换时,依次从预先决定的多个频率中选择作为驱动频率 $f_d$ 而使用的频率。即,控制部501每当暂时性地向噪声检测模式转换时,切换驱动频率 $f_d$ 并计算噪声量 $N_1 \sim N_i$ ,并且判定噪声的混入的有无。然后,控制部501在基于噪声量 $N_1 \sim N_n$ 的计算结果判定为混入有噪声的情况下,确定在噪声量变得小于阈值的生成第2解调信号的最近的噪声检测模式(判定为未混入噪声的最近的噪声检测模式)下使用的驱动频率 $f_d$ ,并选择该确定的驱动频率 $f_d$ 来作为通常模式下的新的驱动频率 $f_d$ 。

[0097] 位置计算部502基于在解调部20中生成的第1解调信号 $DA_1 \sim DA_n$ ,计算手指等物体1接近的位置。例如,传感器部10-1 $\sim$ 10- $n$ 的各电极101在物体1接近的操作面中沿2个方向(X方向、Y方向)排列而配置。位置计算部502基于对应于沿X方向排列的电极101的一组第1解调信号 $DA_i$ 的分布和对应于沿Y方向排列的电极101的一组第1解调信号 $DA_i$ 的分布,计算操作面中的物体1的接近位置(X方向的坐标以及Y方向的坐标)。

[0098] [存储部60]

[0099] 存储部60存储在处理部50中使用于处理的常量数据、处理的过程中暂时性地参照的变量数据。此外,存储部60存储由处理部50的计算机执行的程序601。存储部60例如包括

DRAM、SRAM等暂时性存储器、闪速存储器等非暂时性存储器、硬盘驱动器等磁性存储装置中的1个以上而构成。

[0100] [接口部70]

[0101] 接口部70是用于在传感器装置与其他控制装置(搭载传感器装置的电子设备的控制用IC等)之间交换数据的电路。处理部50将存储在存储部60的信息(物体1的坐标的信息等)从接口部70向未图示的控制装置输出。此外,接口部70也可以从光盘、USB存储器等非暂时性存储介质、网络上的服务器等获取在处理部50的计算机中执行的程序601,并加载于存储部60。

[0102] 在此,参照图4所示的流程图对具有上述的结构传感器装置的动作的一个例子进行说明。

[0103] 在控制部501将动作模式设定为通常模式的情况下,一边在参照信号生成部40中生成第1参照信号FA1~FAn,一边在解调部20中周期性地重复第1解调信号DA1~Dan的生成(ST100)。位置计算部502基于生成的第1解调信号DA1~DAn,计算物体的接近位置的坐标。

[0104] 控制部501一边执行通常模式的动作,一边监听向噪声检测模式的周期性的转换的定时(ST105)。在向噪声检测模式转换的定时结束的情况下(ST105的是),控制部501暂时性地从通常模式向噪声检测模式切换动作模式(ST110)。

[0105] 如果向噪声检测模式转换,则控制部501从预先决定的多个频率中,选择要设定的频率,作为驱动频率 $f_d$ 。如果假设将预先决定的多个频率设为 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ 、 $f_5$ ,则控制部501从该5个频率中依次选择作为驱动频率 $f_d$ 使用的频率。例如,在5个频率中的顺序被决定为 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ 、 $f_5$ 、 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、……的情况下,如果设在上次的噪声检测模式下使用的频率为“ $f_3$ ”,则控制部501选择接着“ $f_3$ ”的“ $f_4$ ”,作为在本次的噪声检测模式下作为驱动频率 $f_d$ 使用的频率(ST110)。

[0106] 控制部501在正弦波产生部30中生成具有所选择的驱动频率 $f_d$ 的正弦波信号W,并由此设定驱动信号Vd的驱动频率 $f_d$ 。此外,控制部501一边在参照信号生成部40中生成第2参照信号FB1~FBn,一边在解调部20中重复第2解调信号DB1~DBn的生成(ST110)。

[0107] 控制部501基于在噪声检测模式下连续地生成的多个第2解调信号DBi,计算表示第2解调信号DBi的的时间的变化的噪声量Ni。然后,控制部501根据计算出的n个噪声量N1~Nn的计算结果求出噪声量的代表值(ST110),并判定该噪声量的代表值是否超过给定阈值(ST115)。

[0108] 在噪声量的代表值为给定阈值以下的情况下(ST115的否),控制部501在步骤ST115中存储现在的驱动频率 $f_d$ ,作为判定为噪声量小于阈值的最新的噪声检测模式的驱动频率 $f_d$ (ST125)。然后,控制部501从噪声检测模式向通常模式复原动作模式,并重复步骤ST100的动作。

[0109] 另一方面,在噪声量的代表值超过给定阈值的情况下(ST115的是),控制部501确定噪声量变得小于阈值的生成第2解调信号的最近的噪声检测模式下的驱动频率 $f_d$ (在步骤ST125中最后存储的驱动频率 $f_d$ )(ST120),并选择该确定的驱动频率 $f_d$ 来作为下一通常模式下的新的驱动频率 $f_d$ (ST130)。之后,控制部501从噪声检测模式向通常模式复原动作模式,重复步骤ST100的动作。

[0110] 图5是用于说明本实施方式涉及的传感器装置的其他动作例的流程图。图5所示的

流程图中的步骤ST200以及ST205与图4所示的流程图中的步骤ST100以及ST105相同,因而省略说明。

[0111] 控制部501在向噪声检测模式转换的定时结束的情况下(ST205的是),暂时性地从通常模式向噪声检测模式切换动作模式(ST210)。

[0112] 如果向噪声检测模式转换,则控制部501直接用与通常模式相同的驱动频率 $f_d$ ,在参照信号生成部40中生成第2参照信号 $FB_1 \sim FB_n$ ,并在解调部20中重复第2解调信号 $DB_1 \sim DB_n$ 的生成(ST210)。

[0113] 控制部501基于连续地生成的多个第2解调信号 $DB_1 \sim DB_n$ ,计算 $n$ 个噪声量 $N_1 \sim N_n$ ,并根据其计算结果求出噪声量的代表值(ST210),并判定噪声量的代表值是否超过给定阈值(ST215)。

[0114] 在噪声量的代表值为给定阈值以下的情况下(ST215的否),控制部501从噪声检测模式向通常模式复原动作模式,并重复步骤ST200的动作。

[0115] 另一方面,在噪声量的代表值超过给定阈值的情况下(ST215的是),控制部501从预先决定的多个频率中,选择其他驱动频率 $f_d$ 。例如,控制部501根据在多个频率中预先决定的顺序,选择现在的驱动频率 $f_d$ 的下一频率,作为新的驱动频率 $f_d$ 。例如,在多个频率被决定为 $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5$ ,并且其顺序被决定为如 $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_1, f_2, f_3, \dots$ 这样的情况下,如果设现在的驱动频率 $f_d$ 为“ $f_5$ ”,则控制部501选择接着“ $f_5$ ”的“ $f_1$ ”,作为新的驱动频率 $f_d$ (ST220)。

[0116] 控制部501在正弦波产生部30中生成具有所选择的驱动频率 $f_d$ 的正弦波信号 $W$ ,并由此设定驱动信号 $V_d$ 的驱动频率 $f_d$ 。此外,控制部501一边在参照信号生成部40中生成第2参照信号 $FB_1 \sim FB_n$ ,一边在解调部20中重复第2解调信号 $DB_1 \sim DB_n$ 的生成(ST220)。

[0117] 控制部501基于连续地生成的多个第2解调信号 $DB_1 \sim DB_n$ 计算 $n$ 个噪声量 $N_1 \sim N_n$ ,并根据其计算结果求出噪声量的代表值(ST220),并判定噪声量的代表值是否超过给定阈值(ST225)。

[0118] 在噪声量的代表值为给定阈值以下的情况下(ST225的否),控制部501从噪声检测模式向通常模式复原动作模式,并重复步骤ST200的动作。

[0119] 另一方面,在噪声量的代表值超过给定阈值的情况下(ST225的是),控制部从预先决定的多个频率中,判定是否有还未在步骤ST220中被选择为驱动频率 $f_d$ 的频率(ST230)。在步骤ST220中有未被选择的频率的情况下(ST230的是),控制部501选择该频率来作为驱动频率 $f_d$ ,并重复步骤ST220以后的动作。在步骤ST220中所有频率已被选择的情况下(ST230的否),控制部501比较在步骤ST220中被选择的所有驱动频率 $f_d$ 下的噪声量(根据 $n$ 个噪声量 $N_1 \sim N_n$ 求出的代表值),并选择噪声量变得最小的驱动频率 $f_d$ 来作为新的驱动频率 $f_d$ (ST235)。然后,控制部501从噪声检测模式向通常模式复原动作模式,并重复步骤ST200的动作。

[0120] (总结)

[0121] 根据本实施方式,在通常模式下,将具有与驱动信号 $V_d$ 的驱动频率 $f_d$ 相等的频率且相对于驱动信号 $V_d$ 具有给定相位 $\varphi_i$ 的检测信号 $S_i$ 、和具有与驱动频率 $f_d$ 相等的频率且相对于驱动信号 $V_d$ 具有给定相位 $\varphi_i$ 的第1参照信号 $FA_i$ 相乘。该相乘结果的信号 $Y_1$ 所包括的直流分量如在式(1)中示出的那样,具有与检测信号 $S_i$ 的振幅相应的大小、即与电容器 $C_x$ 的

静电电容相应的大小。因此,解调部20生成的第1解调信号DAi具有与电容器Cx的静电电容相应的大小。

[0122] 此外,根据本实施方式,在噪声检测模式下,将具有与驱动频率fd相等的频率且相对于驱动信号Vd的相位与第1参照信号FAi比较偏离了4分之1周期的第2参照信号FBi、和检测信号Si相乘。该相乘结果的信号所包括的直流分量如式(2)所示,几乎不包括相对于驱动信号Vd具有给定相位 $\phi_i$ 的信号的分量、即与检测信号Si相应的分量,并具有与频率与驱动频率fd相同的噪声分量相应的大小。因此,解调部20生成的第2解调信号DBi具有与重叠于检测信号Si的与驱动频率fd频率相同的噪声分量相应的大小。即,能够基于第2解调信号DBi,调查与检测信号Si重叠的与驱动频率fd相同频率的噪声分量。

[0123] 根据本实施方式,根据第2参照信号FBi的时间的变化,计算与驱动频率fd相同频率的噪声分量所相关噪声量。在该噪声量超过阈值的情况下,变更驱动频率fd,从而不使用噪声较大的频率来作为驱动频率fd。因此,变得容易避免由噪声的混入导致的对第1参照信号FAi的影响。

[0124] 根据本实施方式,在针对多个传感器部10计算出的多个噪声量N之和超过阈值的情况下,判定为混入有噪声,并变更驱动频率fd。因此,即使在产生相对于多个传感器部10而整体上产生影响的噪声的混入的情况下,也变得容易避免由噪声混入导致的对第1参照信号FAi的影响。

[0125] 根据本实施方式,第1参照信号FAi相对于驱动信号Vd具有的给定相位 $\phi_i$ 针对多个传感器部10各自而单独地设定。即,第1参照信号FAi相对于驱动信号Vd的相位的延迟以及第2参照信号FBi相对于驱动信号Vd的相位的延迟针对多个传感器部10各自而单独地设定。由此,即使在在各传感器部10中生成的检测信号Si相对于驱动信号Vd而具备单独的相位 $\phi_i$ 的情况下,也能够与该单独的相位 $\phi_i$ 匹配地针对每个传感器部10而设定第1参照信号FAi相对于驱动信号Vd而具有的给定相位,从而能够精度优异地使第1参照信号FAi的相位和检测信号Si的相位一致。此外,能够将第2参照信号FBi和检测信号Si的相位差精度优异地设定为4分之1周期。通过使第1参照信号FAi的相位和检测信号Si的相位之差变小,由第1解调信号DAi所进行的检测信号Si的检测灵敏度变高。通过使第2参照信号FBi和检测信号Si的相位差接近4分之1周期,从而基于第2解调信号DBi的检测信号Si以外的分量(噪声分量)的检测灵敏度变高。

[0126] 根据本实施方式,在基于噪声量和阈值的比较结果变更驱动频率fd的情况下,从预先决定的多个频率中选择驱动频率fd,从而能够将驱动频率fd的变更关联的结构简化。

[0127] 根据本实施方式,在通常模式下,周期性地重复第1解调信号DAi的生成,并且周期性地重复暂时性地从通常模式向噪声检测模式转换且计算噪声量的动作。因此,即使在再次产生噪声的混入的情况下,也会自动地进行基于噪声量与阈值的比较的驱动频率fd的变更。因此,能够容易地避免由噪声的混入导致的对第1解调信号DAi的影响。

[0128] 根据本实施方式,每当暂时性地向噪声检测模式转换时,使用从预先决定的多个频率中依次选择的驱动频率fd来计算噪声量。然后,在噪声检测模式下噪声量超过阈值的情况下,选择噪声量变得小于阈值的生成第2解调信号DBi的最近的噪声检测模式下的驱动



频率 $f_d$ 来作为通常模式下的新的驱动频率 $f_d$ 。由此,由于变得容易选择最近噪声较小的频率来作为驱动频率 $f_d$ ,因而变得容易避免由噪声的混入导致的对第1解调信号 $DA_i$ 的影响。

[0129] 另外,本发明不仅限于上述的实施方式,包括各种变形。

[0130] 例如,在上述的实施方式中,在通常模式下生成第1解调信号 $DA_i$ ,在噪声检测模式下生成第2解调信号 $DB_i$ ,但在本公开的其他实施方式中,也可以使得能够同时生成第1解调信号 $DA_i$ 和第2解调信号 $DB_i$ 。

[0131] 图6是示出其他实施方式涉及的传感器装置的结构的一个例子的图。图6所示的传感器装置将图1所示的传感器装置中的解调部20以及参照信号生成部40置换为了解调部20A以及参照信号生成部40A。

[0132] 例如如图7所示,解调部20A具有对应于解调部20中的 $n$ 个解调电路21-1~21- $n$ (图1)的 $n$ 个解调电路22-1~22- $n$ 。解调电路22- $i$ 在与解调电路21- $i$ (图2)同样的结构上,包括进行A/D变换器211的输出信号(将检测信号 $S_i$ 数字化的信号)和第2参照信号 $FB_i$ 的相乘的相乘电路222、以及从相乘电路222的相乘结果提取直流分量的低通滤波器223。低通滤波器223输出第2解调信号 $DB_i$ 。此外,在图6的例子中,相乘电路212输入第1参照信号 $FA_i$ ,低通滤波器213输出第1解调信号 $DA_i$ 。

[0133] 参照信号生成部40A基于正弦波信号 $W$ ,同时生成第1参照信号 $FA_i$ 以及第2参照信号 $FB_i$ 。图8所示的参照信号生成部40A在图3所示的参照信号生成部40中去除了相位调节部42和多工器43,并且新追加了用于分别向相位调节部44-1~44- $n$ 输入正弦波信号 $W$ ,并生成第2参照信号 $FB_1$ ~ $FB_n$ 的相位调节部45-1~45- $n$ 。相位调节部44- $i$ 作为第2参照信号 $FB_i$ 输出,相位相对于第1参照信号 $FA_i$ 偏离了4分之1周期的信号。

[0134] 根据图6~图8所示的传感器装置,虽然与图1~图3所示的传感器装置相比,增加了电路的结构部件,但能够通过同时生成第1解调信号 $DA_i$ 和第2解调信号 $DB_i$ 而提高噪声的检测频度,因而可更加容易有效地避免由噪声的混入导致的对第1解调信号 $DA$ 的影响。

[0135] 在上述的实施方式中,举出了第2参照信号 $FB_i$ 的相位相对于检测信号 $S_i$ 的相位(第1参照信号 $FA_i$ 的相位)偏离了4分之1周期的例,但在本公开的其他实施方式中的传感器装置中,第2参照信号 $FB_i$ 和检测信号 $S_i$ 的相位的偏离也可以是4分之1周期以外。在该情况下,第2解调信号与第1解调信号相比,相对于检测信号的相关性也变低,并且相对于与检测信号相同频率的噪声分量的相关性也变高。因此,能够基于第2解调信号 $DB_i$ ,调查与检测信号 $S_i$ 重叠的与驱动频率 $f_d$ 相同频率的噪声分量。

[0136] 在上述的实施方式中,基于供给到传感器部10的驱动信号 $V_d$ 生成第1参照信号 $FA_i$ 以及第2参照信号 $FB_i$ ,但在本公开的其他实施方式中的传感器装置中,也可以基于关系到检测信号的其他信号、传感器部输出的检测信号自身来生成第1参照信号以及第2参照信号。

[0137] 在上述的实施方式中,示出了检测在电极与物体之间形成的电容器的静电电容自电容型的传感器装置的例子,但本公开的其他实施方式中的传感器装置也可以是检测在2个电极间形成的电容器的静电电容的互电容型的传感器装置。

[0138] 在上述的实施方式中,示出了检测静电电容的传感器装置的例子,但本公开的技术涉及的传感器装置也能够广泛应用于检测静电电容以外的各种物理量的传感器装置。

[0139] 本申请主张在2018年9月7日向日本专利局申请的专利申请2018-167887号的优先

权,在此通过参照引入其全部内容。

- [0140] 符号说明
- [0141] 1:物体;
- [0142] C<sub>x</sub>:电容器;
- [0143] 10-1~10-n:传感器部;
- [0144] 101:电极;
- [0145] 102:静电电容检测电路;
- [0146] 110:运算放大器;
- [0147] 20、20A:解调部;
- [0148] 21-1~21-n、22-1~22-n:解调电路;
- [0149] 211:A/D变换器;
- [0150] 212、222:相乘电路;
- [0151] 213、223:低通滤波器;
- [0152] 30:正弦波产生部;
- [0153] 35:驱动信号生成部;
- [0154] 40、40A:参照信号生成部;
- [0155] 42、44-1~44-n、45-1~45-n:相位调节部;
- [0156] 43:多工器;
- [0157] 50:处理部;
- [0158] 501:控制部;
- [0159] 502:位置计算部;
- [0160] 60:存储部;
- [0161] 601:程序;
- [0162] 70:接口部;
- [0163] C<sub>f1</sub>:电容器;
- [0164] W:正弦波信号;
- [0165] V<sub>d</sub>:驱动信号;
- [0166] F<sub>1</sub>~F<sub>n</sub>:参照信号;
- [0167] FA<sub>1</sub>~FA<sub>n</sub>:第1参照信号;
- [0168] FB<sub>1</sub>~FB<sub>n</sub>:第2参照信号;
- [0169] S<sub>1</sub>~S<sub>n</sub>:检测信号;
- [0170] D<sub>1</sub>~D<sub>n</sub>:解调信号;
- [0171] DA<sub>1</sub>~DA<sub>n</sub>:第1解调信号;
- [0172] DB<sub>1</sub>~DB<sub>n</sub>:第2解调信号。

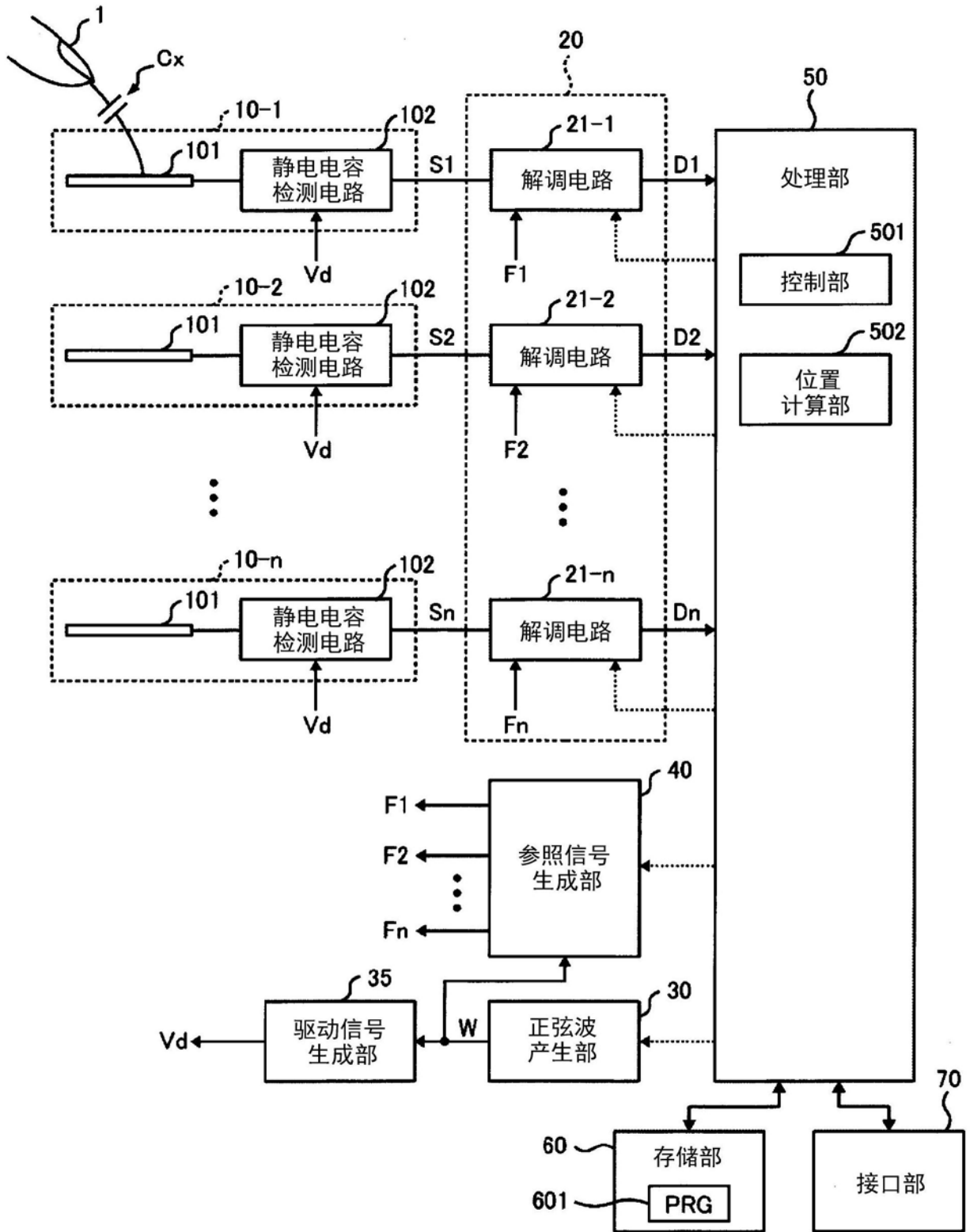


图1

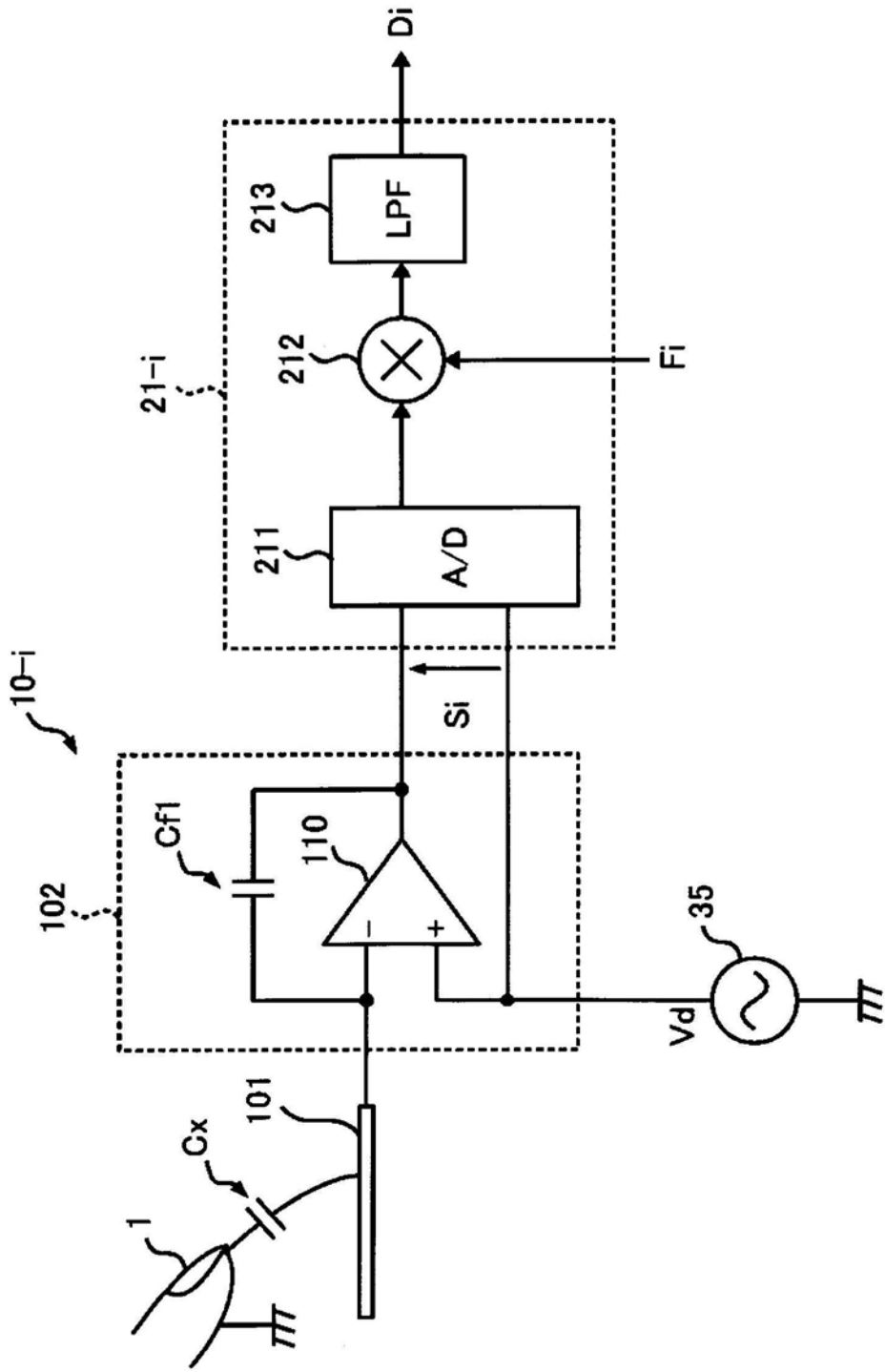


图2

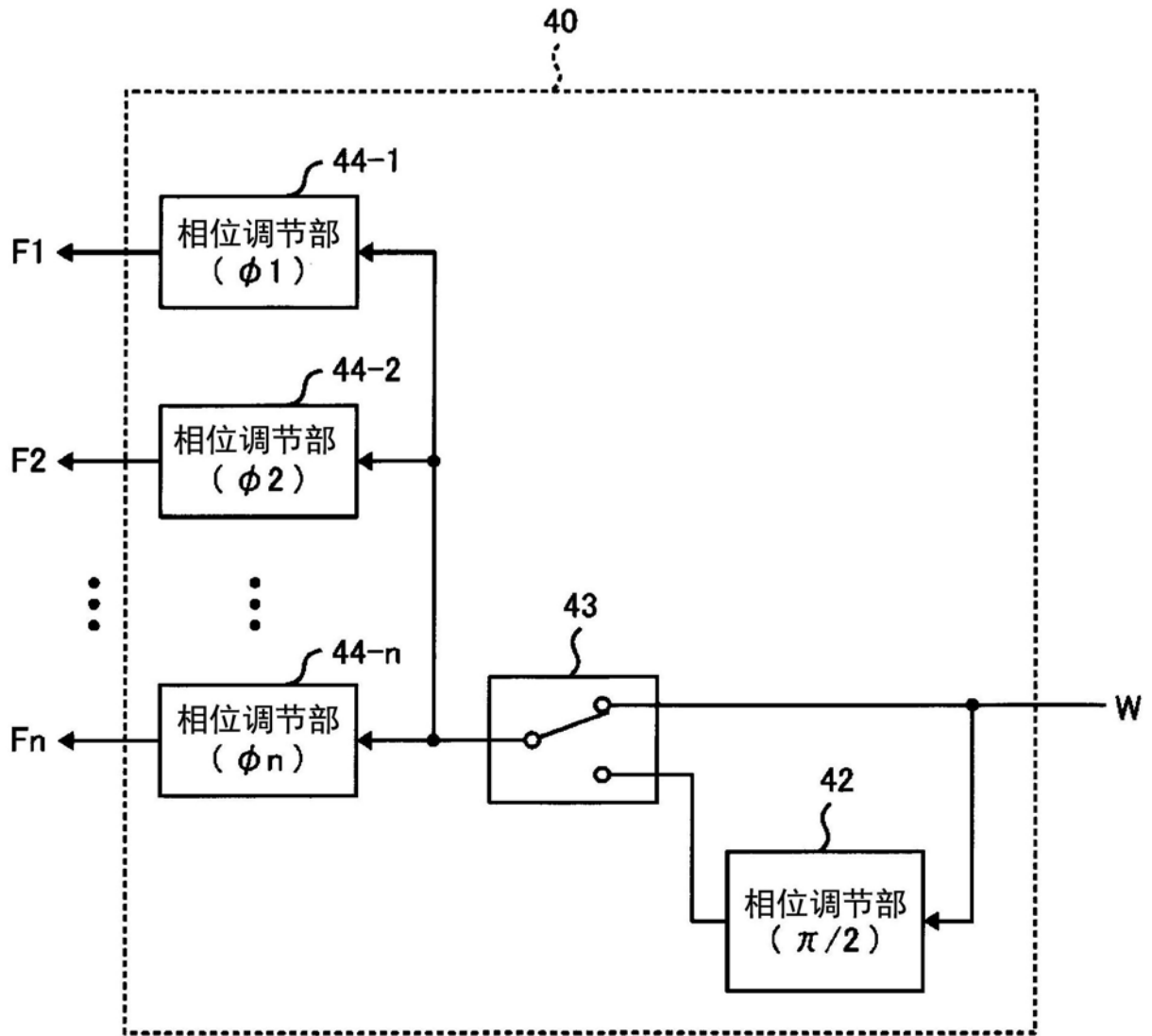


图3

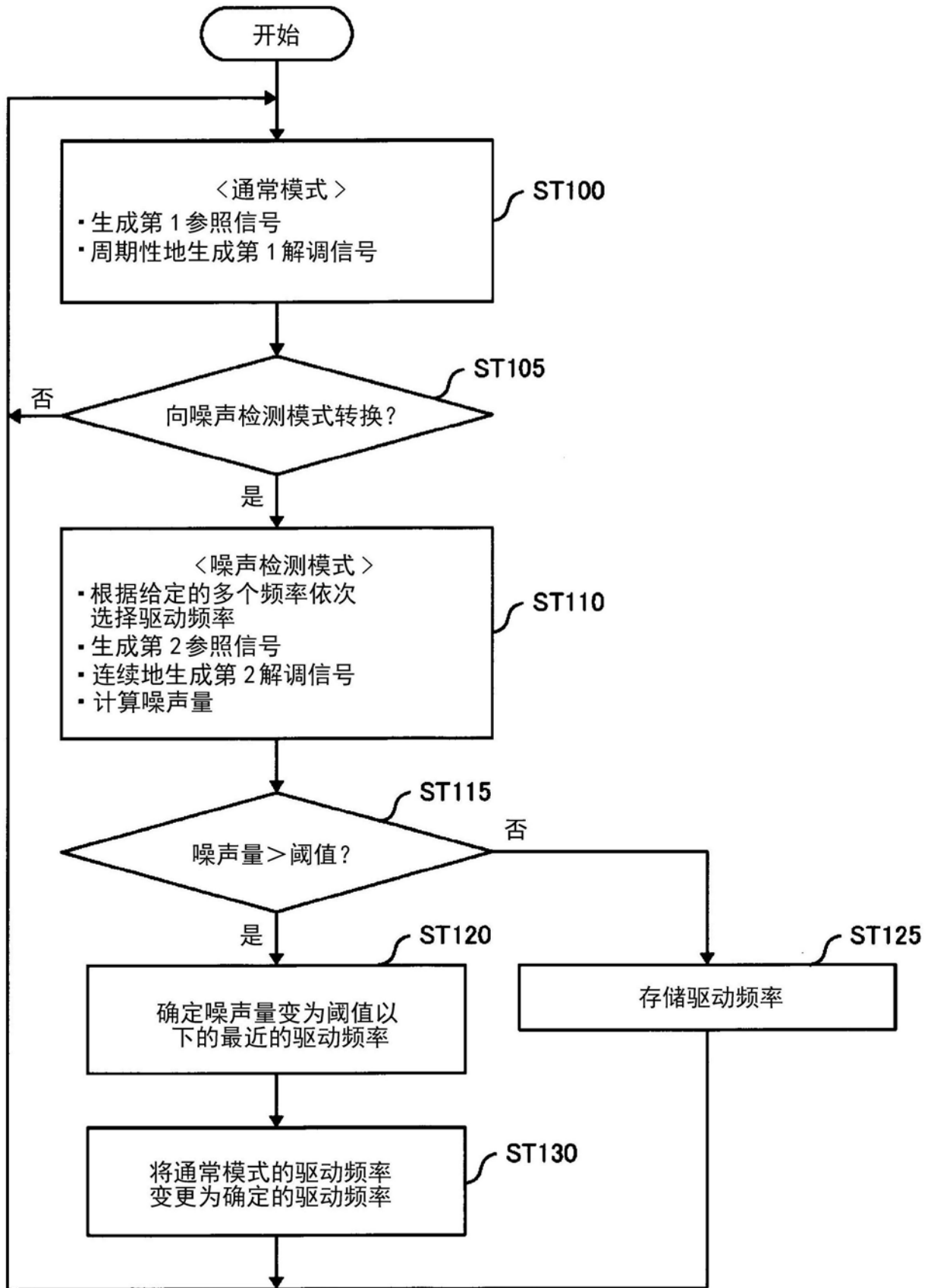


图4

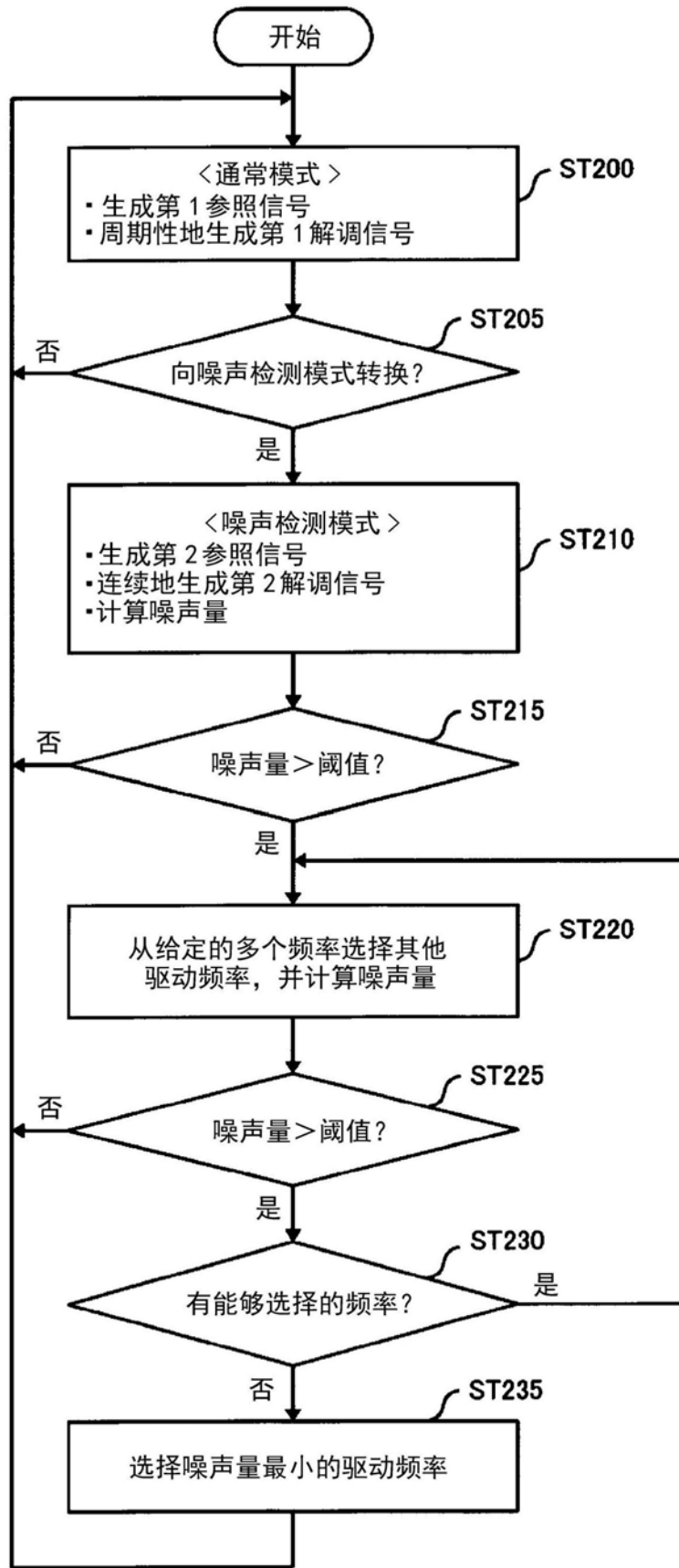


图5

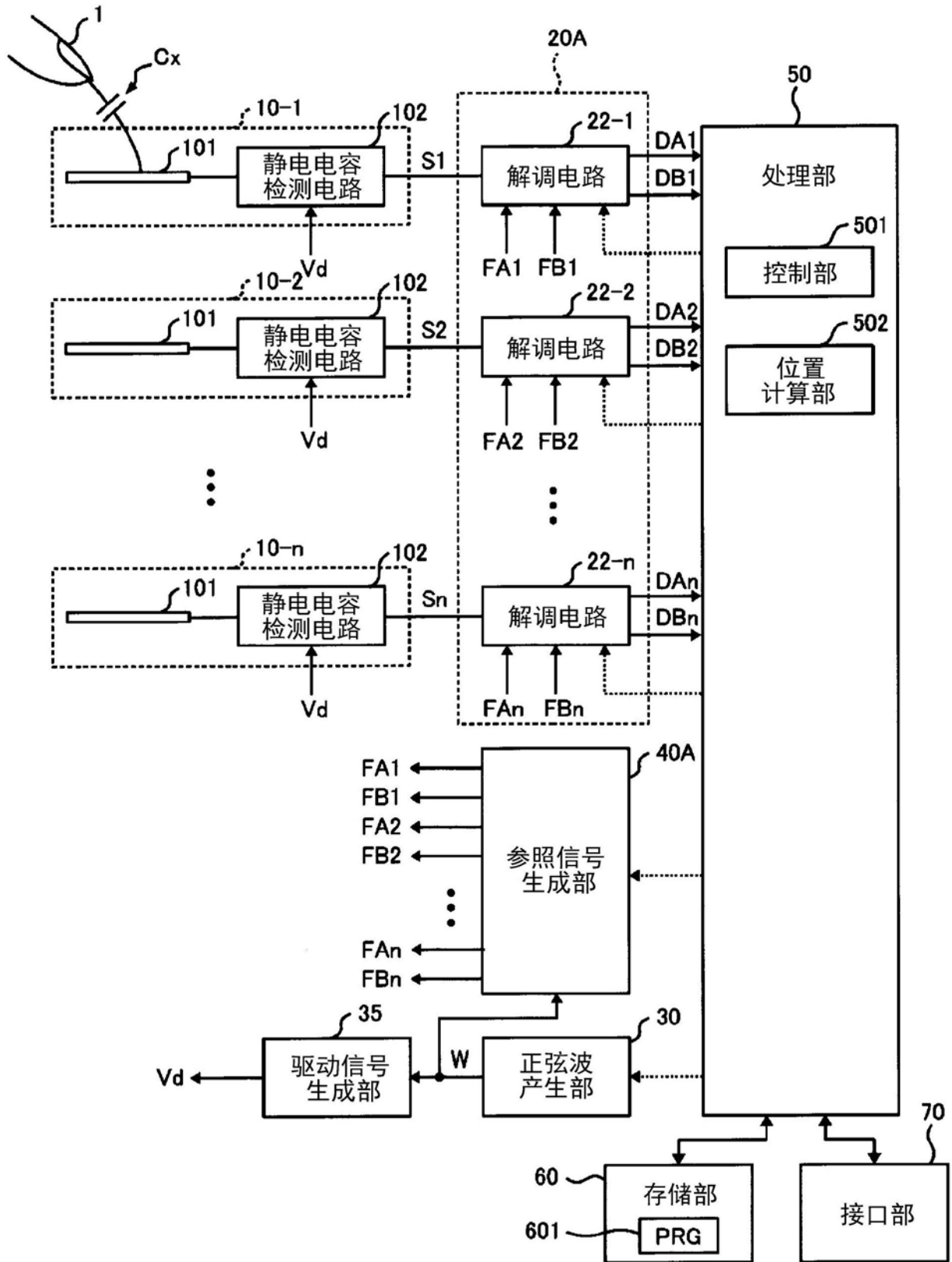


图6



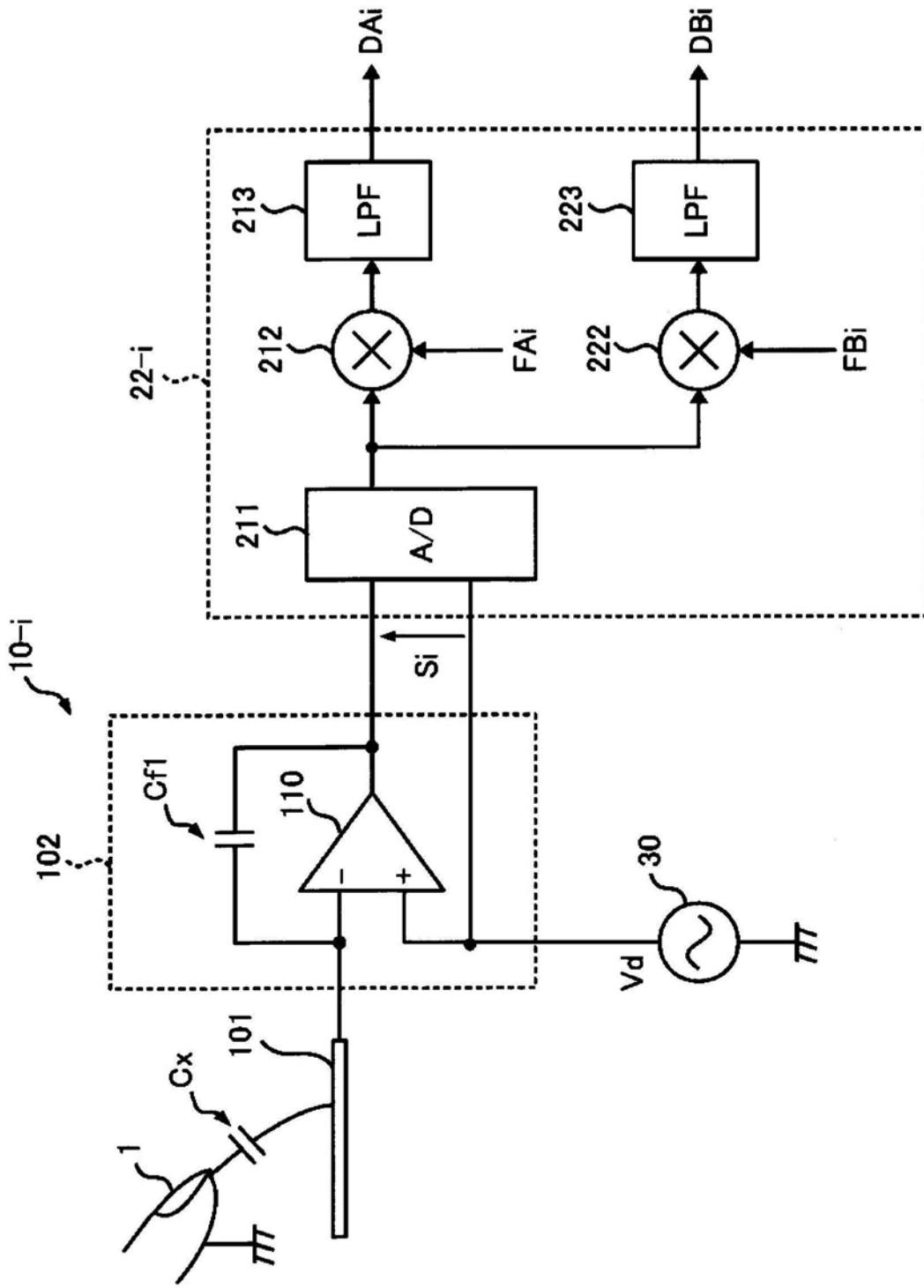


图7

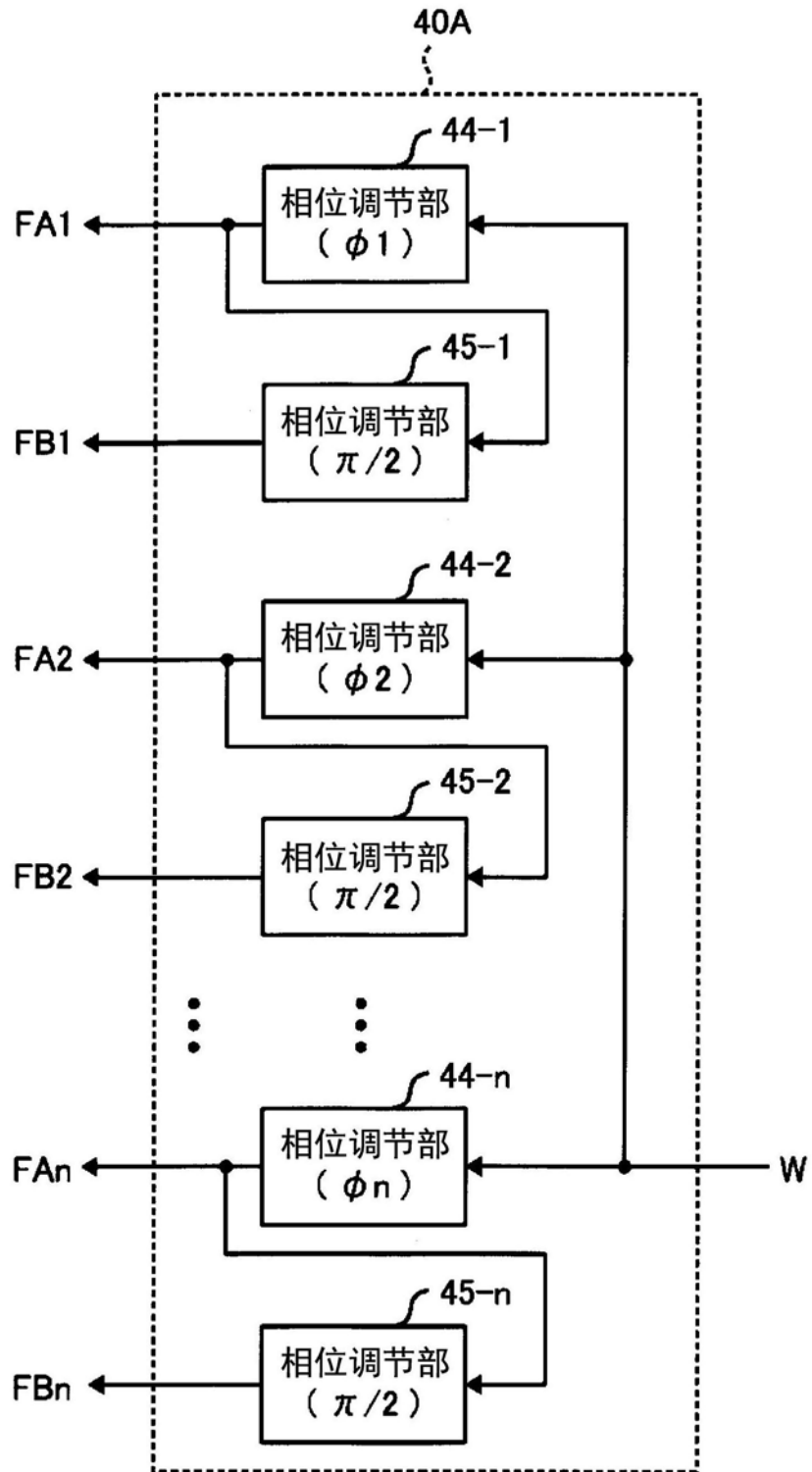


图8