



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 105953782 B

(45) 授权公告日 2021.02.05

(21) 申请号 201610127765.0

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2016.03.07

G01C 19/5656 (2012.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G01C 19/5649 (2012.01)

申请公布号 CN 105953782 A

审查员 田雯

(43) 申请公布日 2016.09.21

(30) 优先权数据

2015-045574 2015.03.09 JP

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 高田丰 佐藤健二

(74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司

公司 11225

代理人 苏萌萌 许梅钰

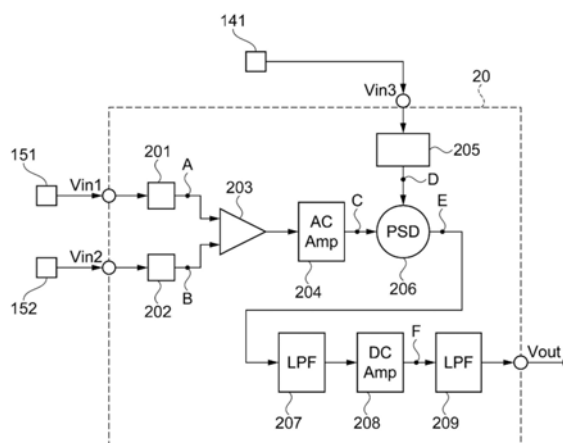
权利要求书2页 说明书11页 附图10页

### (54) 发明名称

物理量传感器、电子设备以及移动体

### (57) 摘要

本发明提供物理量传感器、电子设备以及移动体。在物理量传感器的检测电路中,存在同步检波电路的后级的放大器的输出饱和从而传感器误输出的可能性。将被设置在同步检波电路的后级的第二放大器的动态范围与被设置在同步检波电路的前级的第一放大器的动态范围相比设定得较大,从而防止输出的饱和。



1. 一种物理量传感器,其特征在于,具备:  
物理量检测元件,其对应于被施加的物理量而输出物理量信号;  
物理量检测电路,其对所述物理量信号进行处理,  
所述物理量检测电路具备:  
第一放大电路;  
同步检波电路,其被供给有来自所述第一放大电路的信号;  
第二放大电路,其被供给有来自所述同步检波电路的信号;  
第三放大电路,其被供给有来自所述第二放大电路的信号,  
所述第二放大电路的动态范围大于所述第一放大电路的动态范围。
2. 一种物理量传感器,其特征在于,具备:  
物理量检测元件,其对应于被施加的物理量而输出物理量信号;  
物理量检测电路,其对所述物理量信号进行处理,  
所述物理量检测电路具备:  
第一放大电路;  
同步检波电路,其被供给有来自所述第一放大电路的信号;  
第二放大电路,其被供给有来自所述同步检波电路的信号;  
第三放大电路,其被供给有来自所述第二放大电路的信号,  
所述第一放大电路的饱和电压 $V_1$ 与所述第一放大电路的放大率 $A_1$ 之比 $V_1/A_1$ 、和所述第二放大电路的饱和电压 $V_2$ 与所述第二放大电路的放大率 $A_2$ 之比 $V_2/A_2$ 满足如下关系,即,  
 $V_2/A_2 > V_1/A_1$ 。
3. 如权利要求1所述的物理量传感器,其特征在于,  
所述物理量为角速度,  
所述第一放大电路的所述动态范围为300degree/s以上。
4. 如权利要求2所述的物理量传感器,其特征在于,  
所述物理量为角速度,  
所述第一放大电路的动态范围为300degree/s以上。
5. 如权利要求3所述的物理量传感器,其特征在于,  
所述第一放大电路的所述动态范围为3000degree/s以上。
6. 如权利要求4所述的物理量传感器,其特征在于,  
所述第一放大电路的所述动态范围为3000degree/s以上。
7. 如权利要求1所述的物理量传感器,其特征在于,  
所述第一放大电路为交流放大电路,  
所述第二放大电路为直流放大电路。
8. 如权利要求2所述的物理量传感器,其特征在于,  
所述第一放大电路为交流放大电路,  
所述第二放大电路为直流放大电路。
9. 如权利要求1所述的物理量传感器,其特征在于,还具备:  
第一低通滤波器,其被供给有来自所述同步检波电路的信号并向所述第二放大电路输出信号;

第二低通滤波器,其被供给有来自所述第二放大电路的信号。

10.如权利要求2所述的物理量传感器,其特征在于,还具备:

第一低通滤波器,其被供给有来自所述同步检波电路的信号并向所述第二放大电路输出信号;

第二低通滤波器,其被供给有来自所述第二放大电路的信号。

11.一种电子设备,其特征在于,

具备权利要求1所述的物理量传感器。

12.一种电子设备,其特征在于,

具备权利要求2所述的物理量传感器。

13.一种移动体,其特征在于,

具备权利要求1所述的物理量传感器。

14.一种移动体,其特征在于,

具备权利要求2所述的物理量传感器。

## 物理量传感器、电子设备以及移动体

### 技术领域

[0001] 本发明涉及物理量传感器、电子设备以及移动体。

### 背景技术

[0002] 一直以来,例如,已知有如专利文献1所记载的具备检测电路的角速度传感器。检测电路具备差动放大电路(在专利文献1中记载为差动放大器)、和对从差动放大器被输出的信号进行同步检波的同步检波电路(在专利文献1中记载为同步检波器)。

[0003] 专利文献1所记载的检测电路通过将差动放大电路的放大率设为可变,并在被施加有过大的冲击时减小放大率,从而防止差动放大电路的输出发生饱和的情况。此外,在同步检波电路中也具备运算放大器,并通过在减小了差动放大电路的放大率时放大同步检波电路中的放大率,从而使差动放大电路的放大率与同步检波电路的放大率的乘积值恒定。

[0004] 然而,在专利文献1所记载的角速度传感器中,由于当减小差动放大器的放大率时同步检波器中的放大率变大,因此,在施加有过大的冲击的情况下,存在同步检波器中的放大率大于差动放大器中的放大率的情况。通常,由于上述电路的饱和电压为相同程度,因此,存在同步检波器所具备的运算放大器或被设置在其后级的放大器的输出发生饱和的可能性。

[0005] 由此,存在如下课题,即,存在从被设置在后级的放大器未输出准确的信号,而传感器输出错误的角速度的可能性。

[0006] 专利文献1:日本特开2014-149229号公报

### 发明内容

[0007] 本发明是为了解决上述的课题的至少一部分而完成的发明,并能够通过以下的方式或应用例来实现。

[0008] 应用例1

[0009] 本应用例所涉及的物理量传感器的特征在于,具备:物理量检测元件,其对应于被施加的物理量而输出物理量信号;物理量检测电路,其对所述物理量信号进行处理,所述物理量检测电路具备:第一放大电路;同步检波电路,其被供给有来自所述第一放大电路的信号;第二放大电路,其被供给有来自所述同步检波电路的信号,所述第二放大电路的动态范围大于所述第一放大电路的动态范围。

[0010] 根据本应用例,由于第二放大电路的动态范围大于第一放大电路的动态范围,因此,即使在施加有过大的物理量的情况下,第二放大电路的输出也不会饱和。因而,能够提供一种降低误输出的可能性的物理量传感器。

[0011] 应用例2

[0012] 本应用例所涉及的物理量传感器的特征在于,具备:物理量检测元件,其对应于被施加的物理量而输出物理量信号;物理量检测电路,其对所述物理量信号进行处理,所述物理量检测电路具备:第一放大电路;同步检波电路,其被供给有来自所述第一放大电路的信

号;第二放大电路,其被供给有来自所述同步检波电路的信号,所述第一放大电路的饱和电压 $V_1$ 与所述第一放大电路的放大率 $A_1$ 之比 $V_1/A_1$ 、和所述第二放大电路的饱和电压 $V_2$ 与所述第二放大电路的放大率 $A_2$ 之比 $V_2/A_2$ 满足如下关系,即,

[0013]  $V_2/A_2 > V_1/A_1$ 。

[0014] 根据本应用例,由于 $V_1/A_1$ 和 $V_2/A_2$ 满足上述的关系,因此,第二放大电路发生饱和的输入电压的最小值大于第一放大电路发生饱和的输入电压的最小值。因而,由于第二放大电路与第一放大电路相比不易饱和,因此,能够提供一种降低误输出的可能性的物理量传感器。

[0015] 应用例3

[0016] 上述应用例所记载的物理量传感器优选为,所述物理量为角速度,所述第一放大电路的所述动态范围为 $300^\circ/\text{s}$ 以上。

[0017] 根据本应用例,由于第一放大电路的动态范围为作为移动体中的通常的检测范围的 $300^\circ/\text{s}$ 以上,因此,超过第一放大电路的动态范围的可能性较小。因此,由于在通常时第一放大电路的输出发生饱和的可能性也较小,因此,能够得到能够进一步降低误检测的可能性的效果。

[0018] 应用例4

[0019] 上述应用例所记载的物理量传感器优选为,所述第一放大电路的所述动态范围为 $3000^\circ/\text{s}$ 以上。

[0020] 根据本应用例,即使在施加有石子弹起等尤其过大的冲击的情况或搭载有物理量传感器的基板或车身发生共振而使冲击被放大的情况下,超过第一放大电路的动态范围的可能性也较小。因此,能够得到更进一步降低误检测的可能性的效果。

[0021] 应用例5

[0022] 上述应用例所记载的物理量传感器优选为,所述第一放大电路为交流放大电路,所述第二放大电路为直流放大电路。

[0023] 根据本应用例,由于对从物理量检测元件输出的交流信号进行交流放大,并在同步检波后对被平滑化并包含直流成分的信号进行直流放大,因此,能够有效地放大与所检测的物理量相对应的成分。

[0024] 应用例6

[0025] 上述应用例所记载的物理量传感器优选为,还具备:第一低通滤波器,其被供给有来自所述同步检波电路的信号并向所述第二放大电路输出信号;第二低通滤波器,其被供给有来自所述第二放大电路的信号。

[0026] 根据本应用例,能够向第二放大电路供给通过第一低通滤波器而被平滑化的信号,并通过第二低通滤波器而降低高频噪声。

[0027] 应用例7

[0028] 本应用例所涉及的电子设备的特征在于,具备上述应用例所记载的物理量传感器。

[0029] 根据本应用例,由于具备上述应用例所记载的物理量传感器,因此,能够提供一种降低误动作的可能性的电子设备。

[0030] 应用例8

- [0031] 本应用例所涉及的移动体的特征在于,具备上述应用例所记载的物理量传感器。
- [0032] 根据本应用例,由于具备上述应用例所记载的物理量传感器,因此,能够提供一种降低误动作的可能性的移动体。

## 附图说明

- [0033] 图1为实施方式1所涉及的物理量传感器的概要图。
- [0034] 图2为实施方式1所涉及的物理量传感器中所设置的物理量检测元件的概要图。
- [0035] 图3的(a)为表示物理量检测元件的驱动振动的动作的概要图。(b)为表示物理量检测元件的检测振动的动作的概要图。
- [0036] 图4为实施方式1所涉及的物理量传感器中所设置的物理量检测电路的概要图。
- [0037] 图5为表示实施方式1所涉及的物理量传感器中所设置的物理量检测电路的、对于泄漏信号的动作的波形图。
- [0038] 图6为表示实施方式1所涉及的物理量传感器中所设置的物理量检测电路的、对于物理量信号的动作的波形图。
- [0039] 图7的(a)为现有示例的物理量传感器中所设置的物理量检测电路的输出波形图。(b)为实施方式1所涉及的物理量传感器中所设置的物理量检测电路的输出波形图。
- [0040] 图8为实施方式2所涉及的物理量传感器的概要图。
- [0041] 图9为实施方式2所涉及的物理量传感器中所设置的物理量检测电路的概要图。
- [0042] 图10为实施方式3所涉及的电子设备的概要图。
- [0043] 图11为实施方式4所涉及的移动体的概要图。

## 具体实施方式

[0044] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明。另外,在以下的各图中,由于将各部件设为能够识别的程度的大小,因此,各部件的尺寸不同于实际尺寸。

### [0045] 实施方式1

[0046] 在实施方式1中,对作为物理量传感器的一个示例的角速度传感器1进行说明。角速度传感器1为对于从外部被施加的旋转而输出角速度的值的传感器。

### [0047] 物理量传感器的概要结构

[0048] 图1为作为物理量传感器的一个示例的角速度传感器1的概要图。

[0049] 角速度传感器1由角速度检测元件10、角速度检测电路20、驱动电路50等构成。

[0050] 角速度检测元件10为本发明所涉及的物理量检测元件的一个示例,并实施与施加于角速度传感器1的角速度相对应的振动。角速度检测电路20为本发明所涉及的物理量检测电路的一个示例,并对从角速度检测元件10被输出的角速度信号进行处理。驱动电路50生成用于对角速度检测元件10实施驱动振动的驱动信号。

### [0051] 物理量检测元件的概要结构

[0052] 图2为作为物理量检测元件的一个示例的角速度检测元件10的概要图。角速度检测元件10由基部101、第一驱动臂111、第二驱动臂112、第三驱动臂113、第四驱动臂114、第一检测臂121、第二检测臂122、第一连结臂131、第二连结臂132、第一驱动电极141、第二驱动电极142、第一检测电极151、第二检测电极152、第三检测电极153、第一驱动锤部161、第

二驱动锤部162、第三驱动锤部163、第四驱动锤部164、第一检测锤部171、第二检测锤部172等构成。角速度检测元件10在优选例中由Z切割的水晶基板形成。此外，第一驱动电极141、第二驱动电极142及第一检测电极151至第三检测电极153在优选例中由金(Au)及铬(Cr)形成。

[0053] 在图2中，将沿着连结臂的方向定义为X方向，将沿着驱动臂的方向定义为Y方向，将与纸面垂直的方向定义为Z方向。

[0054] 在俯视观察时，基部101为大致矩形。

[0055] 第一连结臂131从基部101的沿着YZ平面的一X一侧的侧面起朝向-X方向延伸。第一驱动臂111从第一连结臂131的顶端附近起朝向+Y方向延伸，第二驱动臂112朝向-Y方向延伸。在第一驱动臂111的顶端部上设置有沿着X方向的宽度与第一驱动臂111相比而较宽的第一驱动锤部161。此外，在第二驱动臂112的顶端部上设置有沿着X方向的宽度与第二驱动臂112相比而较宽的第二驱动锤部162。

[0056] 第二连结臂132从基部101的沿着YZ平面的+X一侧的侧面起朝向+X方向延伸。第三驱动臂113从第二连结臂132的顶端附近起朝向+Y方向延伸，第四驱动臂114朝向-Y方向延伸。在第三驱动臂113的顶端部上设置有沿着X方向的宽度与第三驱动臂113相比而较宽的第三驱动锤部163。此外，在第四驱动臂114的顶端部上设置有沿着X方向的宽度与第四驱动臂114相比而较宽的第四驱动锤部164。

[0057] 第一检测臂121从基部101的沿着XZ平面的+Y一侧的侧面起朝向+Y方向延伸。在第一检测臂121的顶端部上设置有沿着X方向的宽度与第一检测臂121相比而较宽的第一检测锤部171。此外，第二检测臂122从基部101的沿着XZ平面的一Y侧的侧面起朝向-Y方向延伸。在第二检测臂122的顶端部上设置有沿着X方向的宽度与第二检测臂122相比而较宽的第二检测锤部172。

[0058] 在第一驱动臂111及第二驱动臂112的沿着XY平面的面、以及第三驱动臂113及第四驱动臂114的沿着YZ平面的面上，分别设置有第一驱动电极141。在第一驱动电极141上供给有交流电流。此外，在第一驱动臂111及第二驱动臂112的沿着YZ平面的面、以及第三驱动臂113及第四驱动臂114的沿着XY平面的面上，分别设置有第二驱动电极142。在第二驱动电极142上供给有与向第一驱动电极141被供给的电流反相的交流电流。

[0059] 在第一检测臂121的沿着XY平面的面上设置有第一检测电极151，在第二检测臂122的沿着XY平面的面上设置有第二检测电极152。此外，在第一检测臂121及第二检测臂122的沿着YZ平面的面上，分别设置有第三检测电极153。

[0060] 物理量检测元件的动作

[0061] 图3为表示作为物理量检测元件的一个示例的角速度检测元件10的动作的概要图。图3(a)为表示静止状态(角速度检测元件10上未施加有绕Z轴的角速度的状态)下的角速度检测元件10的振动动作的概要图，图3(b)为表示旋转状态(角速度检测元件10上施加有绕Z轴的角速度的状态)下的角速度检测元件10的振动动作的概要图。

[0062] 在角速度检测元件10的静止状态下，在被设置在第一驱动臂111至第四驱动臂114上的第一驱动电极141及第二驱动电极142(参照图2)上，施加有来自驱动电路50的交流的驱动信号。于是，通过逆压电效应，将如图3(a)的箭头a、b所示，第一驱动臂111和第三驱动臂113形成在X轴方向上互相接近或离开这种弯曲运动(驱动振动)。此外，第二驱动臂112和

第四驱动臂114形成互相接近或离开这种弯曲运动(驱动振动)。

[0063] 理想的是,上述弯曲振动以第一检测臂121及第二检测臂122为轴而对称,第一检测臂121及第二检测臂122静止。但是,实际上会因制造时所产生的角速度检测元件10的非对称性,而使弯曲振动并不完全对称,从而导致失衡。由此,即使在静止状态中,也会在第一检测臂121及第二检测臂122上产生与驱动振动大致同相的振动。以下,将该振动称为泄漏振动。此外,将因泄漏振动而重叠在检测信号上的、与驱动信号大致同相的信号称作泄漏信号。

[0064] 在此,当在角速度检测元件10上施加有绕Z轴的旋转时,在第一驱动臂111至第四驱动臂114上作用有科里奥利力。科里奥利力作用于Y轴方向上,并与被施加的角速度的大小成比例。其结果为,如图3(b)的箭头c、d所示,第一连结臂131及第二连结臂132将在Y轴方向进行振动。与此相伴,如图3(b)的箭头e、f所示,第一检测臂121及第二检测臂122在X轴方向上进行振动。于是,通过压电效应,从被设置在第一检测臂121及第二检测臂122上的第一检测电极151及第二检测电极152中将产生交流的检测信号。该检测信号的相位与驱动信号及泄漏信号的相位偏移大致 $90^{\circ}$ 。通过利用检测电路对该检测信号进行处理,从而能够对施加于角速度检测元件10上的角速度的大小进行检测。

[0065] 物理量检测电路的概要结构

[0066] 图4为作为物理量检测电路的一个示例的角速度检测电路20的概要图。角速度检测电路20由第一电荷放大器201、第二电荷放大器202、差动放大电路203、第一放大电路204、移相电路205、同步检波电路206、第一低通滤波器207、第二放大电路208、第二低通滤波器209等构成。

[0067] 来自第一检测电极151的信号经由第一输入端子Vin1而被输入至角速度检测电路20。此外,来自第二检测电极152的信号经由第二输入端子Vin2而被输入至角速度检测电路20。此外,来自第一驱动电极141的信号经由第三输入端子Vin3而被输入至角速度检测电路20。角速度检测电路20的输出信号经由输出端子Vout而被输出。

[0068] 第一电荷放大器201将从第一输入端子Vin1输入的电荷转换为电压信号。此外,第二电荷放大器202将从第二输入端子Vin2输入的电荷转换为电压信号。差动放大电路203对来自第一电荷放大器201及第二电荷放大器202的输出电压进行差动放大。由此,降低来自第一电荷放大器201及第二电荷放大器202的输出中所包含的同相成分,并放大反相成分。

[0069] 第一放大电路204为交流放大电路,并对来自差动放大电路203的输出进行交流放大。移相电路205使来自第三输入端子Vin3的信号的相位变化大致 $90^{\circ}$ ,并从驱动信号生成作为同步检波的基准的时钟信号。同步检波电路206使用从移相电路205输出的时钟信号,来对从第一放大电路204输出的信号进行同步检波。由此,能够从自第一放大电路204输出的信号中提取与检测信号同相位的成分。第一低通滤波器207使来自同步检波电路206的信号平滑化,并且,去除无用波成分。第二放大电路208为直流放大电路,并对来自第一低通滤波器207的信号进行直流放大。第二低通滤波器209对来自第二放大电路208的信号的频带进行限制。

[0070] 在角速度检测电路20中,第二放大电路208的动态范围与第一放大电路204的动态范围相比而被设定得较大。在此,动态范围是指,电路部的输出发生饱和的输入物理量的大小的最小值。动态范围由到电路部的前级为止的各电路要素的增益的积、和电路部的饱和



电压来确定。

[0071] 此外,更加优选为,第二放大电路208的动态范围被设定为第一放大电路204的动态范围的大致两倍。由此,即使在因制造偏差而使第一放大电路204及第二放大电路208的放大率产生偏差的情况下,也能够使第二放大电路208的动态范围大于第一放大电路204的动态范围。

[0072] 另外,欲知晓动态范围的大小,只要通过一边施加物理量一边同时监视第一放大电路204及第二放大电路208的输出,并使物理量逐渐变大,从而检查第一放大电路204及第二放大电路208的输出中的哪一个先饱和即可。

[0073] 并且,根据检查的结果来确定第一放大电路204及第二放大电路208的放大率,以使与第一放大电路204的输出发生饱和的输入物理量的最小值相比,第二放大电路208的输出饱和的输入物理量的最小值变大。由此,能够设定动态范围的大小。

[0074] 在下文中,将第一放大电路204的饱和电压设为 $V_1$ ,将第一放大电路204的放大率设为 $A_1$ 。此外,将第二放大电路208的饱和电压设为 $V_2$ ,将第二放大电路208的放大率设为 $A_2$ 。

[0075]  $V_2/A_2$ 及 $V_1/A_1$ 的大小关系为, $V_2/A_2 > V_1/A_1$ 。在优选例中为, $V_1 = V_2 = 5V$ 、 $A_1 = 10$ 、 $A_2 = 2$ ,且 $V_2/A_2 = 2.5 > V_1/A_1 = 0.5$ 。因而,此时,第二放大电路208发生饱和的输入电压的最小值为 $2.5V$ ,第一放大电路204发生饱和的输入电压的最小值为 $0.5V$ 。即,构成第二放大电路208与第一放大电路204相比而不易饱和的结构。并且,在优选示例中,通过如此对 $A_1$ 及 $A_2$ 进行设定,从而设为第二放大电路208的动态范围大于第一放大电路204的动态范围的结构。

[0076] 此外,第一放大电路204的动态范围为,作为汽车等移动体中的通常的检测范围的 $300^\circ/s$ 以上。即,第一放大电路204的输出以在施加有相当于 $300^\circ/s$ 以下的角速度的物理量时不会发生饱和的方式被设定。由此,在角速度传感器1被搭载于移动体上的情况下,能够设为在通常使用时第一放大电路204也不易饱和的结构。

[0077] 此外,此时,第二放大电路208的动态范围为, $600^\circ/s$ 以上。

[0078] 更优选为,第一放大电路204的动态范围为 $3000^\circ/s$ 以上。即,第一放大电路204的输出以在施加有相当于 $3000^\circ/s$ 以下的角速度的物理量时不会发生饱和的方式被设定。

[0079] 在角速度传感器1被搭载于汽车等移动体的情况下,假定在砂石路或不平整道路上行驶。在该情况下,因石子弹起等,而存在被施加有超过通常的检测范围的冲击的情况。此外,在安装有物理量传感器的基板或车身发生共振的情况下,输入的物理量被放大与共振的 $Q$ 值相应的量。一般,上述共振的 $Q$ 值为5左右。在将富余度设为二倍的情况下,通过将第一放大电路204的动态范围设定为 $300^\circ/s \times (5 \times 2) = 3000^\circ/s$ 以上,从而即使在存在有石子弹起、基板或车身的共振的影响的情况下,也能减小第一放大电路204的输出发生饱和的可能性。

[0080] 此外,此时,第二放大电路208的动态范围为 $6000^\circ/s$ 以上。

[0081] 物理量检测电路中的信号处理

[0082] 图5为表示角速度传感器1处于静止状态时的信号波形的波形图。在静止状态中,从第一检测电极151及第二检测电极152中未输出角速度信号,而输出泄漏信号。在图5中,图示了图4所示的A至F的各点处的泄漏信号的变化。横轴表示时间,纵轴表示电压。

[0083] A点(第一电荷放大器201的输出)及B点(第二电荷放大器202的输出)处输出有互为反相(相位偏移 $180^\circ$ )的泄漏信号。

[0084] 在C点(第一放大电路204的输出)处输出有如下的信号,即,在A点及B点处的输出通过差动放大电路203而被差动放大之后,通过第一放大电路204而被放大的信号。

[0085] 在D点(移相电路205的输出)处输出有用于同步检波的时钟信号。泄漏信号与驱动信号为大致同相,相对于此,时钟信号的相位与驱动信号偏移大致 $90^\circ$ 。因此,时钟信号与泄漏信号的相位偏移大致 $90^\circ$ 。

[0086] 在E点(同步检波电路206的输出)处输出有C点处的信号与D点处的信号相乘而得到的信号。因此,如图示那样,E点的输出在基准电压的上下呈面积相等的锯齿状。

[0087] 在F点(第二放大电路208的输出)处输出有如下的信号,即,通过第一低通滤波器207对E点的输出进行积分,并通过第二放大电路208而被放大的信号。当对E点的输出进行积分时,由于泄漏信号被抵消而与基准电压相等,因此,F点处的输出也与基准电压相等。

[0088] 图6为表示角速度传感器1处于旋转状态时的信号波形的波形图。在旋转状态中,从第一检测电极151及第二检测电极152中,泄漏信号重叠于角速度信号上而被输出。由于泄漏信号与静止状态同样地被抵消,因此,图6中仅图示了A至F的各点处的角速度信号的变化。横轴表示时间,纵轴表示电压。

[0089] 在A点(第一电荷放大器201的输出)及B点(第二电荷放大器202的输出)处输出有互为反相(相位偏移 $180^\circ$ )的角速度信号。

[0090] 在C点(第一放大电路204的输出)处输出有如下的信号,即,A点及B点处的输出通过差动放大电路203而被差动放大之后,通过第一放大电路204而被放大的信号。能够通过作为交流放大电路的第一放大电路204,使从差动放大电路203被输出的信号的基准电压不发生变化,而仅对交流成分进行放大。

[0091] 在D点(移相电路205的输出)处输出有用于同步检波的时钟信号。角速度信号的相位与驱动信号的相位偏移大致 $90^\circ$ ,时钟信号的相位与驱动信号偏移大致 $90^\circ$ 。因此,时钟信号与角速度信号根据旋转的方向而成为同相或反相。在图6所示的示例中,图示了时钟信号与角速度信号为同相的情况。

[0092] 在E点(同步检波电路206的输出)处输出有C点处的信号与D点处的信号相乘而得到的信号。因此,如图示那样,E点的输出成为C点处的信号被全波整流后的形状。

[0093] 在F点(第二放大电路208的输出)处输出有如下的信号,即,通过第一低通滤波器207对E点的输出进行积分,并通过第二放大电路208而放大的信号。由于来自第一低通滤波器207的输出为直流信号,因此,能够通过作为直流放大电路的第二放大电路208而向F点输出与角速度相对应的直流信号。此外,能够通过第二低通滤波器209来去除高频的噪声。

[0094] 施加过大的物理量时的输出

[0095] 图7为表示向角速度传感器1施加过大的物理量时的信号波形的波形图。横轴为时间,纵轴为输出电压。图7(a)为现有的角速度传感器的输出波形,并表示C点及F点处的信号波形。此外, $V_{ac0}$ 为第一放大电路204的饱和电压, $V_{dc0}$ 为第二放大电路208的饱和电压。

[0096] 图7(b)为本实施方式所涉及的角速度传感器1的输出波形,并表示C点及F点处的信号波形。 $V_1$ 为第一放大电路204的饱和电压, $V_2$ 为第二放大电路208的饱和电压,在优选例中, $V_1 = V_2 = 5V$ 。此外,输出电压的下限为 $0V$ ,通过横轴的高度所示的基准电压为 $2.5V$ 。

[0097] 在现有的角速度传感器中,在施加了过大的角速度的情况下,通过减小第一放大电路204的放大率,从而使输出不会超过饱和电压 $V_{ac0}$ 。并且,由于为了使角速度传感器的输出电平恒定,而使第二放大电路208的放大率增大与使第一放大电路204的放大率减小的量相应的量,因此,第二放大电路208的输出有可能超过饱和电压 $V_{dc0}$ 。其结果为,如图7(a)所示,有可能F点处的输出发生饱和而使输出不准确。

[0098] 然而在本实施方式所涉及的角速度传感器1中,由于第二放大电路208的动态范围大于第一放大电路204的动态范围,因此,在第一放大电路204的输出不超过饱和电压 $V_1$ 的情况下,如图7(b)所示,第二放大电路208的输出也不超过饱和电压 $V_2$ 从而不会发生饱和。此外,假设即使在施加有超过第一放大电路204的动态范围的角速度或冲击并且第一放大电路204的输出发生饱和的情况下,但由于来自第一放大电路204的输出不会超过第一放大电路204的动态范围,因此,第二放大电路208的输出也不会超过饱和电压 $V_2$ 从而不会发生饱和。

[0099] 如上所述,根据本实施方式所涉及的角速度传感器1,能够获得以下的效果。

[0100] 即,即使在施加有过大的角速度或过大的冲击的情况下,也能够防止第二放大电路208的饱和。因此,能够提供降低误输出的传感器。此外,与现有的角速度传感器那样将差动放大电路203或同步检波电路206的放大率设为可变的结构相比,不会使电路结构变复杂,而能够降低误输出。

[0101] 此外,由于第一放大电路204的动态范围为 $300^\circ/\text{s}$ 以上,因此,在搭载于汽车等移动体上时的通常使用时,能够使第一放大电路204的输出也不易饱和,并能够进一步降低传感器误输出的可能性。除此以外,由于第二放大电路208的动态范围也被设定为大致二倍的 $600^\circ/\text{s}$ 以上,因此,不会受到制造偏差等的影响,而能够切实地防止第二放大电路208的输出的饱和。

[0102] 而且,由于第一放大电路204的动态范围为 $3000^\circ/\text{s}$ 以上,因此,即使在搭载于移动体上并在砂石路或不平整道路上行驶从而被施加有石子弹起等冲击的情况或安装有物理量传感器的基板或车身发生共振的情况下,也能够减小第一放大电路204的输出发生饱和的可能性。因此,能够进一步降低传感器误输出的可能性。除此以外,由于第二放大电路208的动态范围被设定为大致二倍的 $6000^\circ/\text{s}$ 以上,因此,能够切实地防止第二放大电路208的输出的饱和。

[0103] 实施方式2

[0104] 物理量传感器的概要结构

[0105] 接下来,对实施方式2所涉及的角速度传感器1a进行说明。

[0106] 图8为角速度传感器1a的概要图。角速度传感器1a由角速度检测元件10、角速度检测电路21、驱动电路50等构成。

[0107] 角速度检测元件10为本发明所涉及的物理量检测元件的一个示例,并实施与施加于角速度传感器1a的角速度相对应的振动。角速度检测电路21为本发明所涉及的物理量检测电路的一个示例,并对从角速度检测元件10输出的角速度信号进行处理。驱动电路50生成用于对角速度检测元件10实施驱动振动的驱动信号。

[0108] 物理量检测电路的概要结构

[0109] 接下来,参照图9,对实施方式2所涉及的角速度传感器1a所具备的角速度检测电

路21进行说明。另外,对于与实施方式1相同的结构部位,使用相同的编号,并省略重复的说明。

[0110] 图9为角速度检测电路21的概要图。

[0111] 除了实施方式1所涉及的角速度传感器1所具备的角速度检测电路20的结构以外,角速度检测电路21还具备第三放大电路211、比例放大器212、第三低通滤波器213等。

[0112] 第三放大电路211为直流放大电路,并对最终的角速度的检测灵敏度进行确定。优选为,第三放大电路211的动态范围大于第二放大电路208的动态范围。比例放大器212为对应于电源电压而使放大率发生变化的放大电路。由此,能够设为即使在电源电压发生变动的情况下也使角速度传感器的灵敏度连动的结构。此外,第三低通滤波器213为对检测信号中的无用波成分进行去除的滤波电路。

[0113] 如上所述,根据本实施方式所涉及的角速度传感器1a,除了实施方式1中的效果以外,还能够得到以下的效果。

[0114] 即,通过在第二放大电路208的基础上还具备第三放大电路211,从而能够减小第二放大电路的放大率。由此,不会使最终的灵敏度下降,而能够切实地增大第二放大电路208的动态范围。此外,通过具备第三低通滤波器213,从而能够更进一步降低检测信号所包含的噪声。

[0115] 改变例

[0116] 另外,本发明并不限于上述的实施方式,能够对上述的实施方式施加各种变更或改良等。在下文中对改变例进行叙述。

[0117] 本发明所涉及的物理量传感器所检测的物理量并不限于角速度,也可以为,例如加速度或压力等。

[0118] 此外,在上述的实施方式中,角速度检测元件10被设为具备4根驱动臂和2根检测臂的、所谓双T型,但是,本发明所涉及的物理量传感器所具备的物理量检测元件并不限于此。例如,既可以为具有2根振动臂的音叉型的振子,也可以为2根驱动臂和2根检测臂以互相逆向的方式延伸的、所谓H型的振子。此外,也可以为具备梳齿型的电极的电容检测型的物理量检测元件。此外,物理量检测元件的材料并不限于水晶,也可以为,例如硅或陶瓷。

[0119] 实施方式3

[0120] 电子设备的概要结构

[0121] 在实施方式3中,作为电子设备的一个示例而对侧翻检测装置3进行说明。

[0122] 侧翻检测装置3为,搭载于汽车等移动体上并基于角速度传感器及加速度传感器的输出而对侧翻进行检测,从而启动安全气囊等保护装置的装置。

[0123] 图10为侧翻检测装置3的概要图。

[0124] 侧翻检测装置3由角速度传感器1(1a)、第一加速度传感器31、第二加速度传感器32、第一侧翻判断电路33、第二侧翻判断电路34、“与”电路35、侧翻信号输出端子36等构成。另外,以下,以具备实施方式1所涉及的角速度传感器1的示例进行说明,但是,也可以采用其他的实施方式或改变例所涉及的角速度传感器。

[0125] 角速度传感器1对以搭载有侧翻检测装置3的移动体的行进方向为轴的旋转方向(侧倾方向)的角速度(侧倾率)进行检测。角速度传感器1的输出被输入至第一侧翻判断电

路33。

[0126] 第一加速度传感器31对与移动体的行进方向及重力方向这两个方向交叉的方向(横向)的加速度进行检测。

[0127] 第一侧翻判断电路33基于通过角速度传感器1而被检测到的侧倾率、对被检测到的侧倾率进行积分而求得的侧倾方向的倾斜角度、通过第一加速度传感器31而被检测到的横向的加速度,来判断移动体是否达到侧翻。在判断出达到侧翻的情况下,向“与”电路35输入第一侧翻信号。

[0128] 第二加速度传感器32对与移动体所移动的平面垂直的方向(重力方向)的加速度进行检测。

[0129] 第二侧翻判断电路34基于通过第一加速度传感器31而被检测到的横向的加速度、通过第二加速度传感器32而被检测到的重力方向的加速度,来判断移动体是否达到侧翻,在判断出达到侧翻的情况下,向“与”电路35输入第二侧翻信号。

[0130] 在输入有第一侧翻信号及第二侧翻信号这两个信号的情况下,“与”电路35从侧翻信号输出端子36输出侧翻检测信号。

[0131] 由于侧翻检测装置3具备即使在施加有过大的物理量的情况下也能够降低误输出的角速度传感器1(1a),因此,能够降低尽管已侧翻但未输出侧翻检测信号或者在未侧翻的情况下输出侧翻检测信号这样的误动作的可能性。

[0132] 另外,在本实施方式中作为电子设备的一个示例而对侧翻检测装置3进行了说明,但是,本发明所涉及的电子设备并不限于此。例如,也可以为对围绕重力方向的旋转进行检测的侧滑防止装置。

[0133] 实施方式4

[0134] 移动体的概要结构

[0135] 在实施方式4中,对作为移动体的一个示例的汽车4进行说明。

[0136] 图11为汽车4的概要图。汽车4由车身41或侧翻检测装置3等构成。侧翻检测装置3具备角速度传感器1(1a)。侧翻检测装置3既可以被设置在乘员室内,此外也可以被设置在发动机舱内。

[0137] 车身41包括:从车顶上边梁鼓出而垂下并在侧翻时对乘员的头部或颈部进行保护的帘式安全气囊、从乘员所乘坐的座椅的外侧部分鼓出并在侧翻时对乘员的胸部或腹部进行保护的侧面安全气囊。

[0138] 汽车4基于来自侧翻检测装置3的侧翻检测信号来启动上述保护装置。由于汽车4具备即使在施加有过大的物理量的情况下也能够降低误输出的角速度传感器1(1a),因此,能够降低尽管已侧翻但未启动保护装置或者在未侧翻的情况下启动保护装置这样的误动作的可能性。

[0139] 另外,在汽车4中设为基于侧翻检测装置3的输出来启动帘式安全气囊或侧面安全气囊的结构,但是,本发明所涉及的移动体并不限于此。例如,也可以为基于来自具备角速度传感器1(1a)的侧滑防止装置的输出来控制制动器或发动机的输出的结构。

[0140] 此外,并不限于移动体汽车,也可以为例如船舶、飞机或直升飞机等航空器、火箭、或人造卫星等。

[0141] 符号说明

[0142] 1、1a…角速度传感器;10…角速度检测元件;101…基部;111…第一驱动臂;112…第二驱动臂;113…第三驱动臂;114…第四驱动臂;121…第一检测臂;122…第二检测臂;131…第一连结臂;132…第二连结臂;141…第一驱动电极;142…第二驱动电极;151…第一检测电极;152…第二检测电极;153…第三检测电极;161…第一驱动锤部;162…第二驱动锤部;163…第三驱动锤部;164…第四驱动锤部;171…第一检测锤部;172…第二检测锤部;20、21…角速度检测电路;201…第一电荷放大器;202…第二电荷放大器;203…差动放大电路;204…第一放大电路;205…移相电路;206…同步检波电路;207…第一低通滤波器;208…第二放大电路;209…第二低通滤波器;211…第三放大电路;212…比例放大器;213…第三低通滤波器;3…侧翻检测装置;31…第一加速度传感器;32…第二加速度传感器;33…第一侧翻判断电路;34…第二侧翻判断电路;35…“与”电路;36…侧翻信号输出端子;4…汽车;41…车身;50…驱动电路。

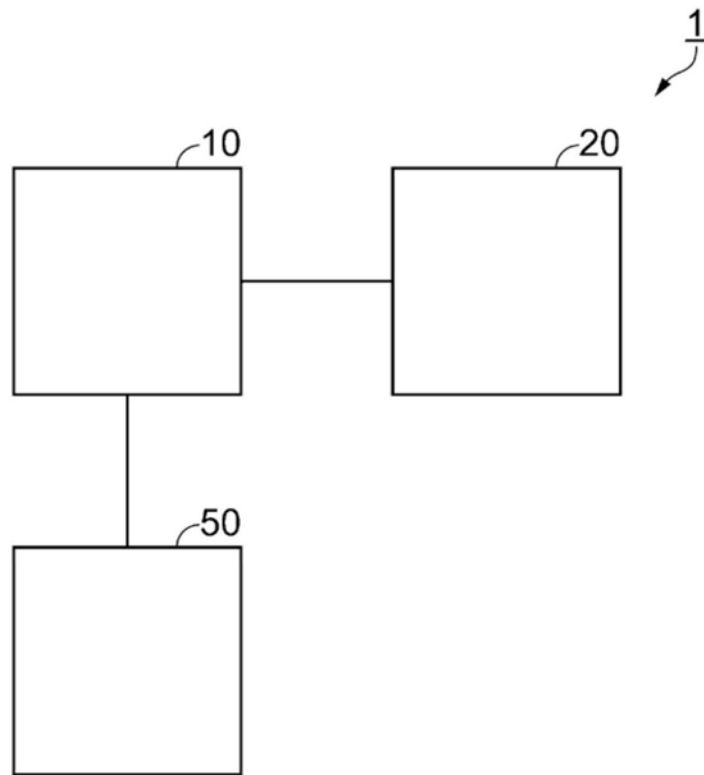


图1

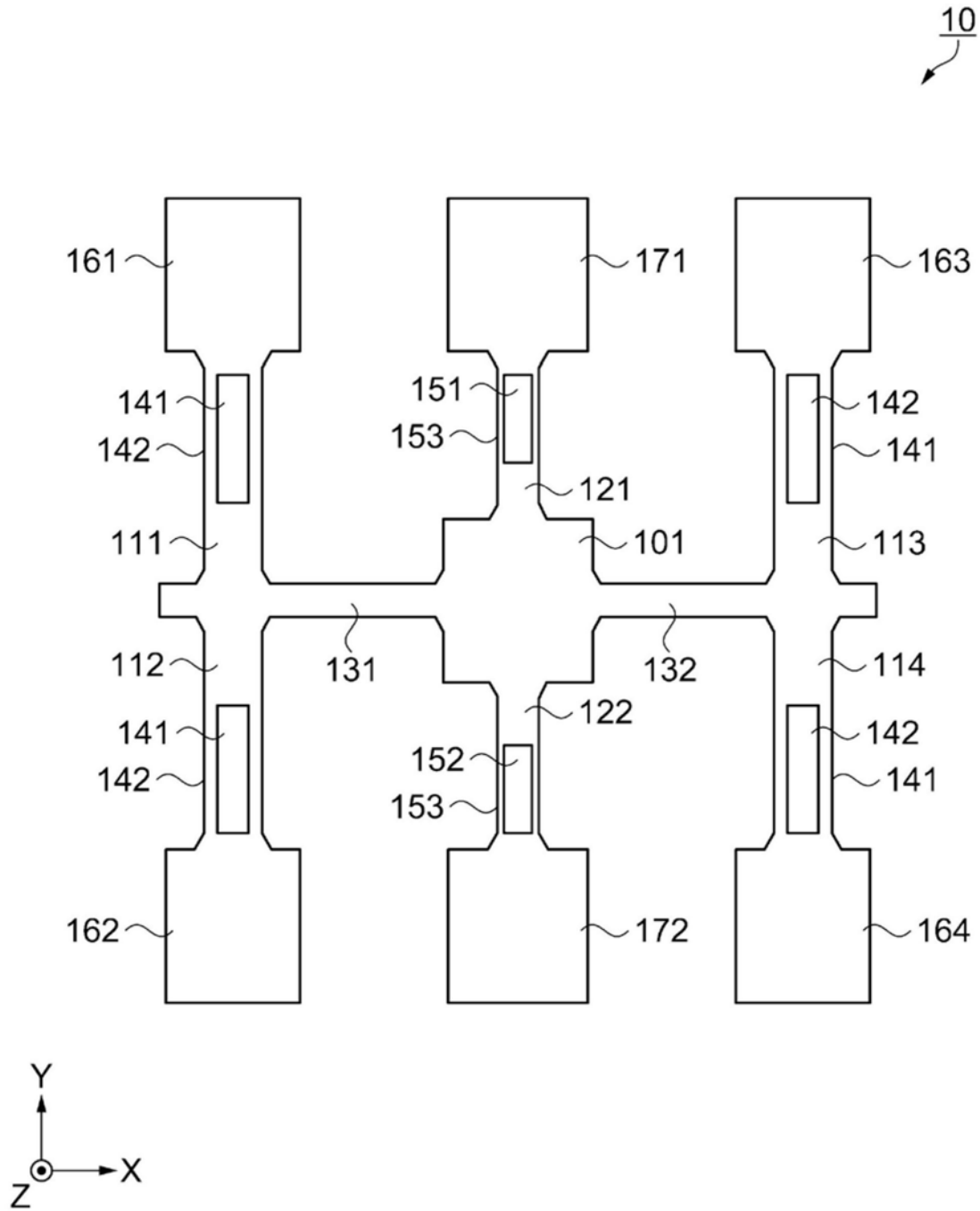


图2





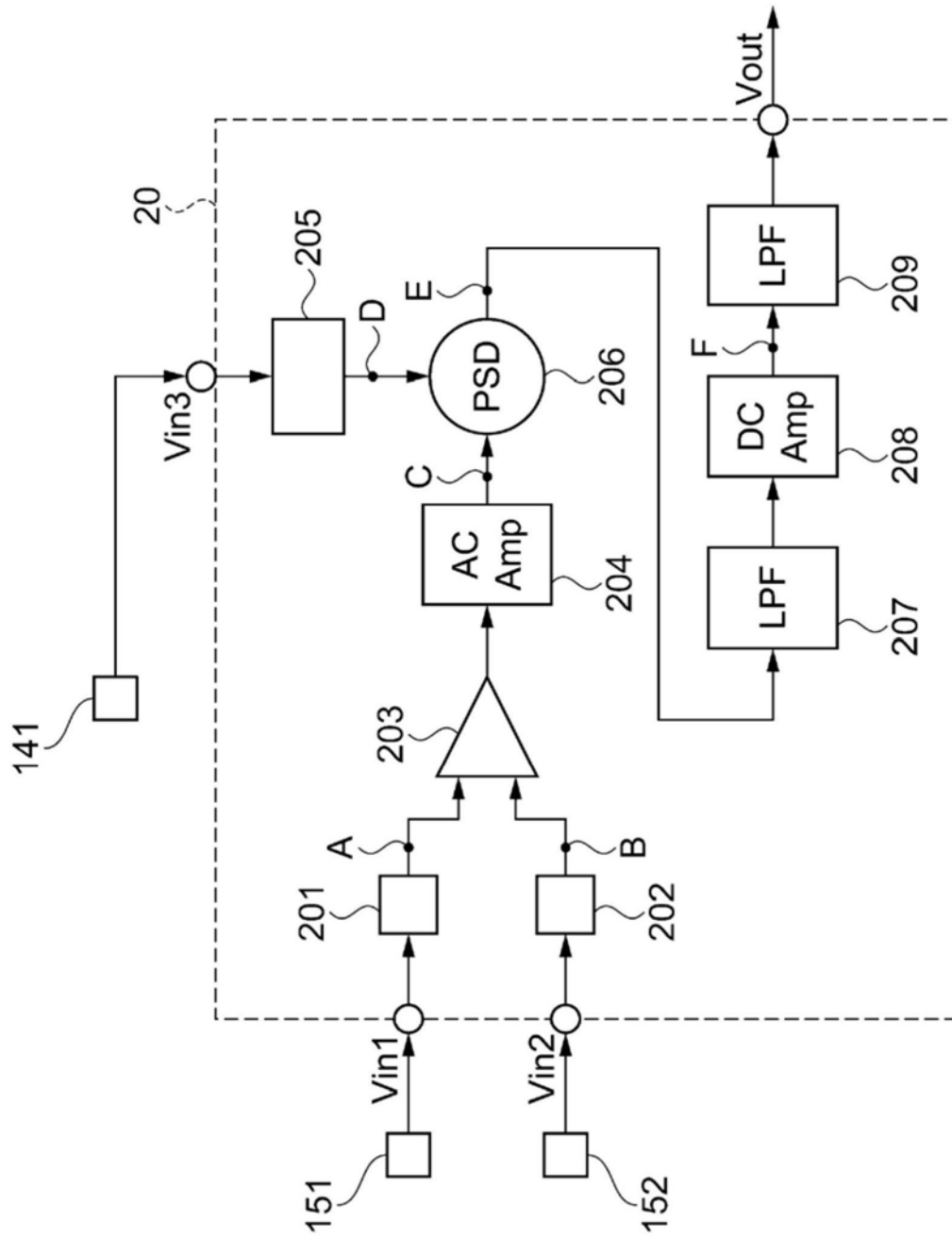


图4

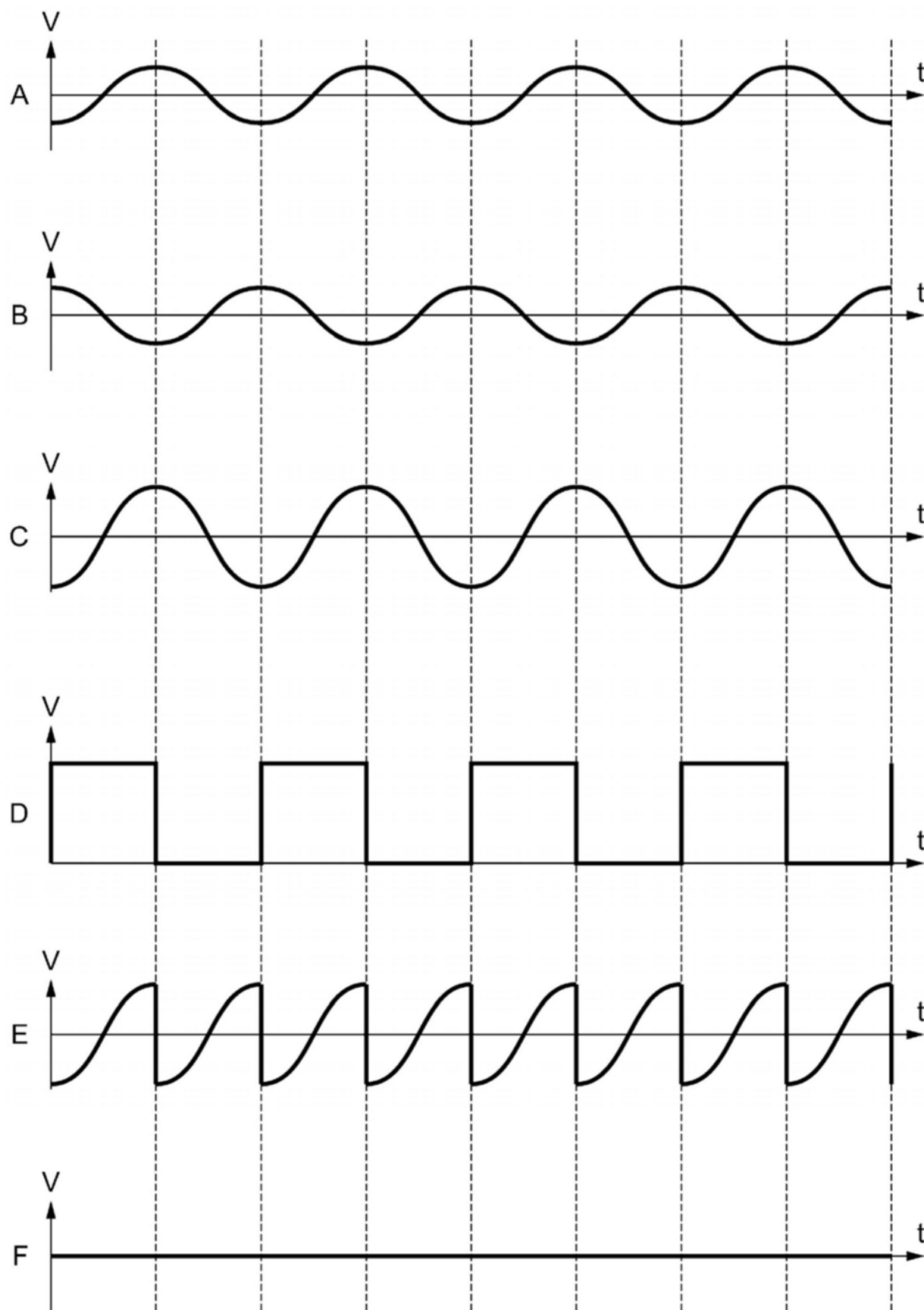


图5

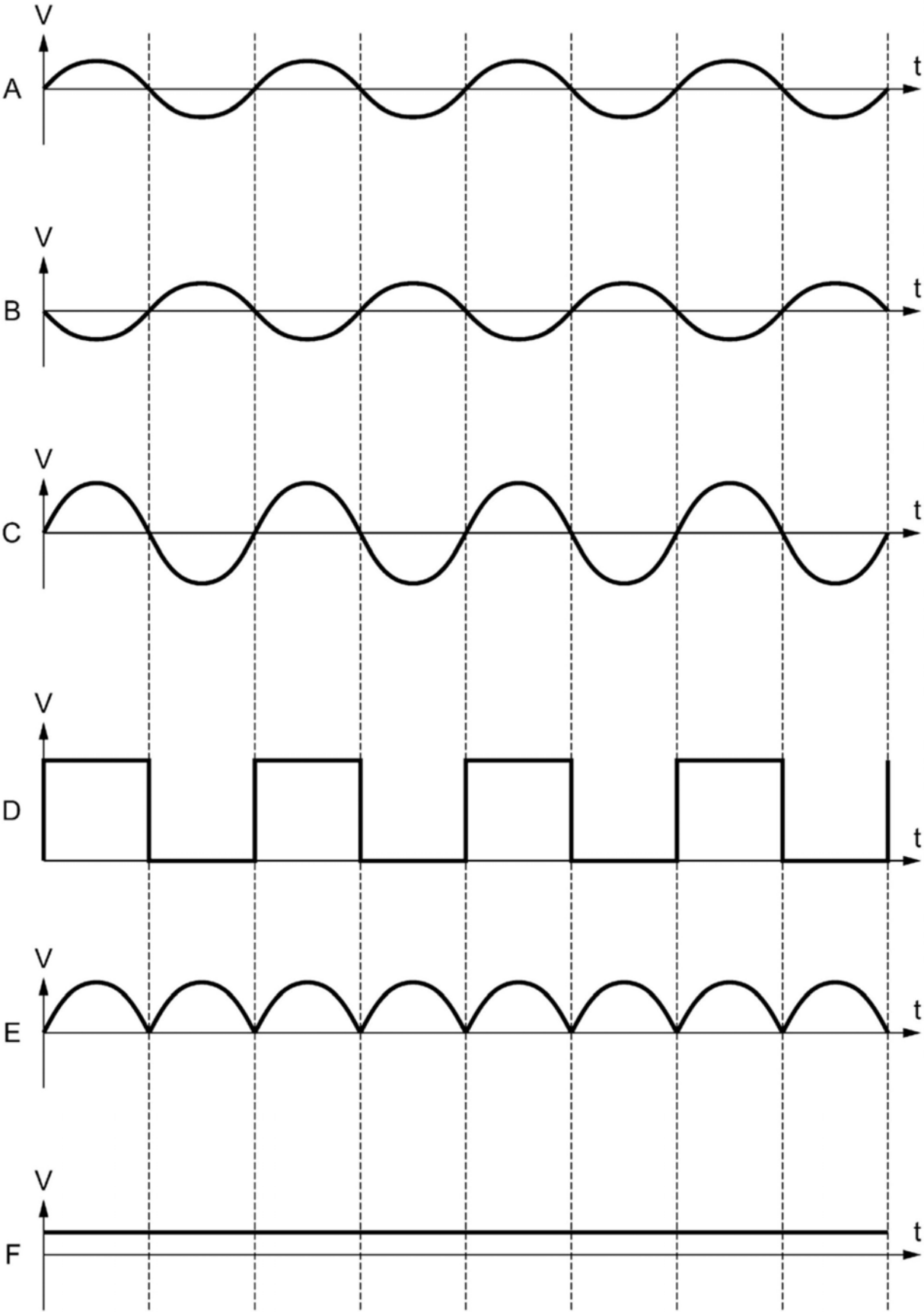


图6

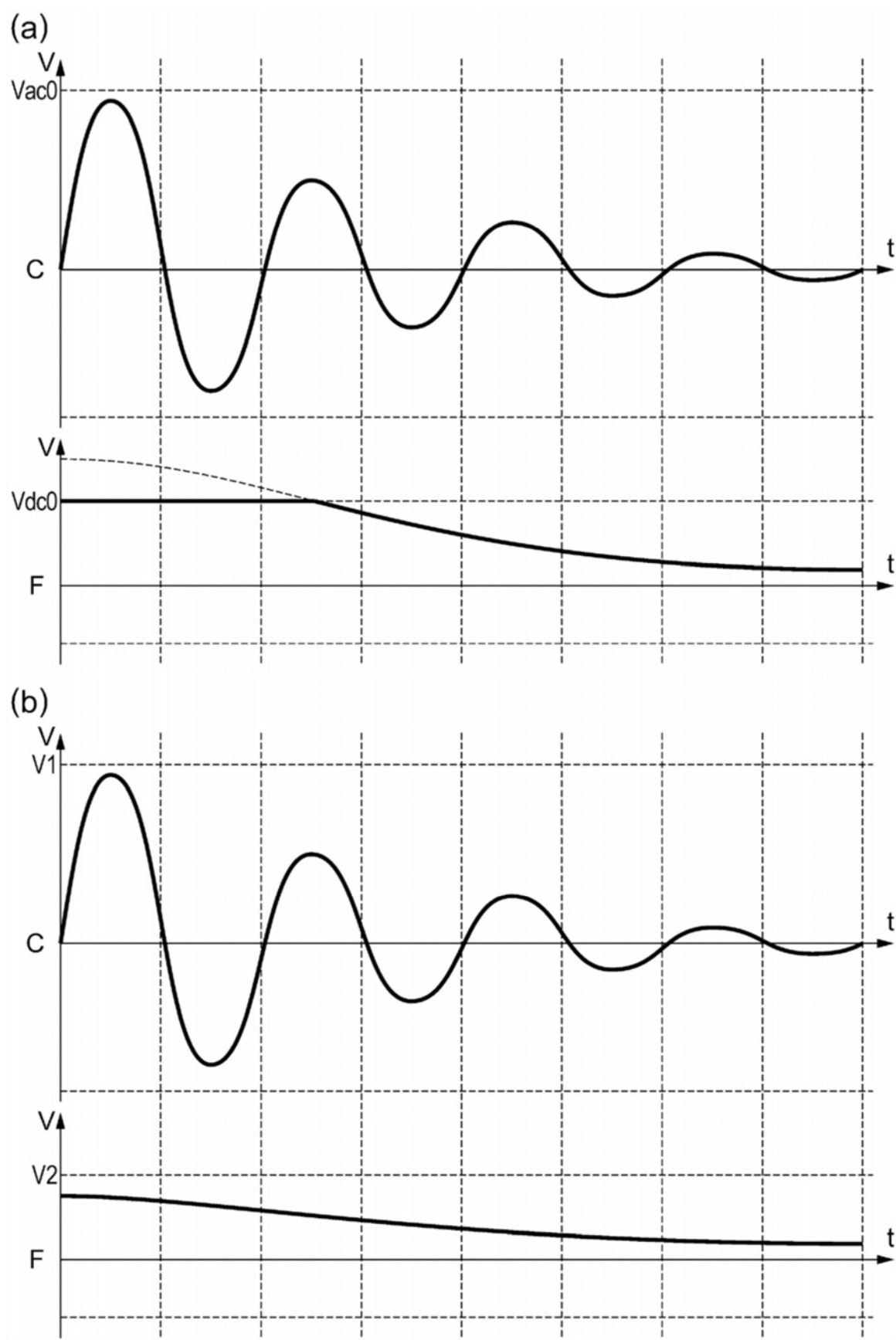


图7

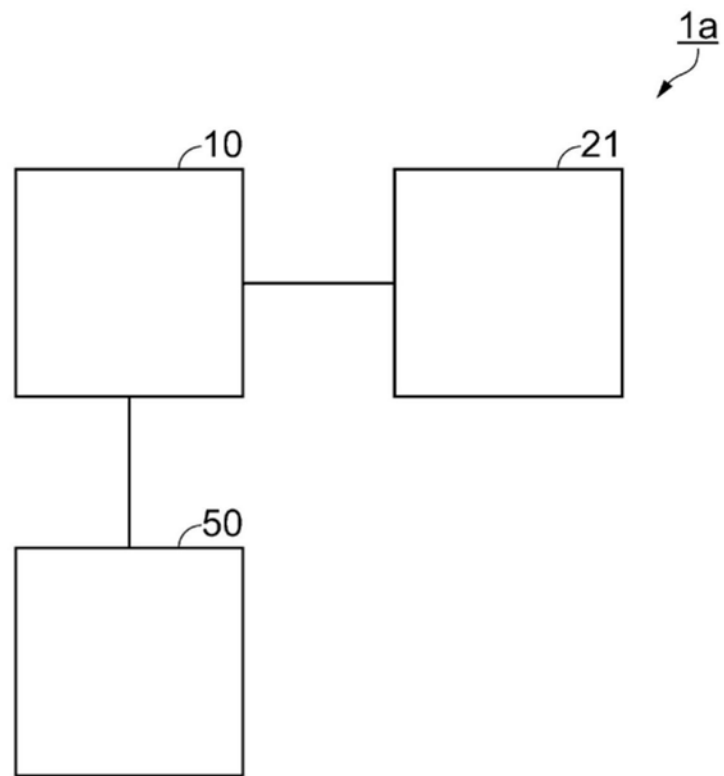


图8

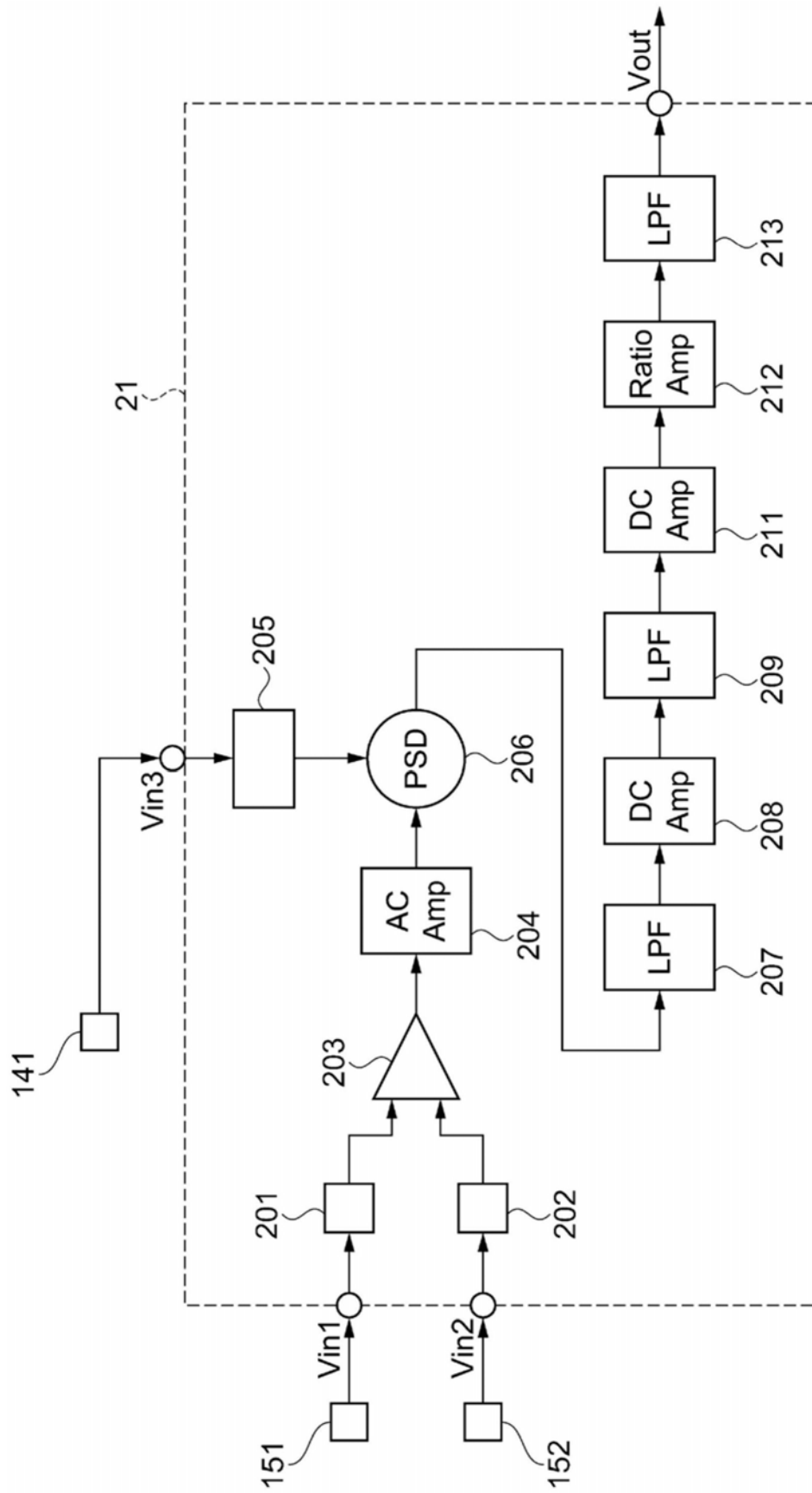


图9

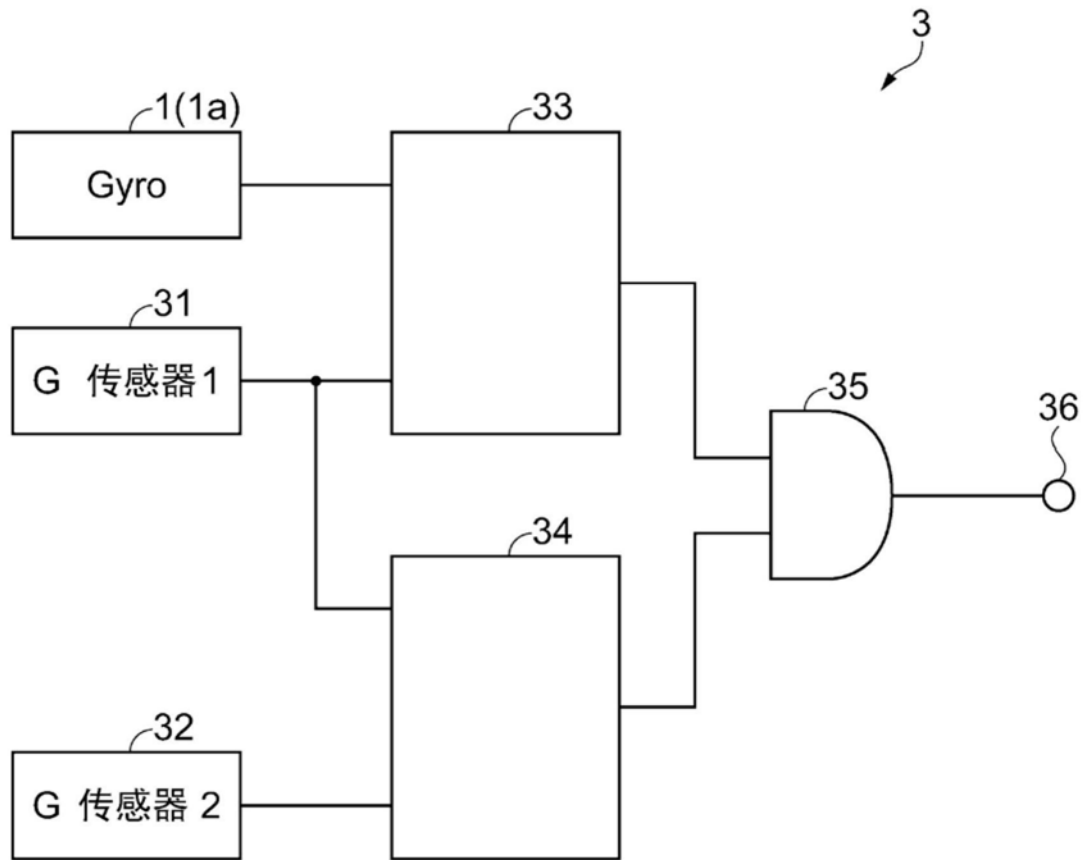


图10

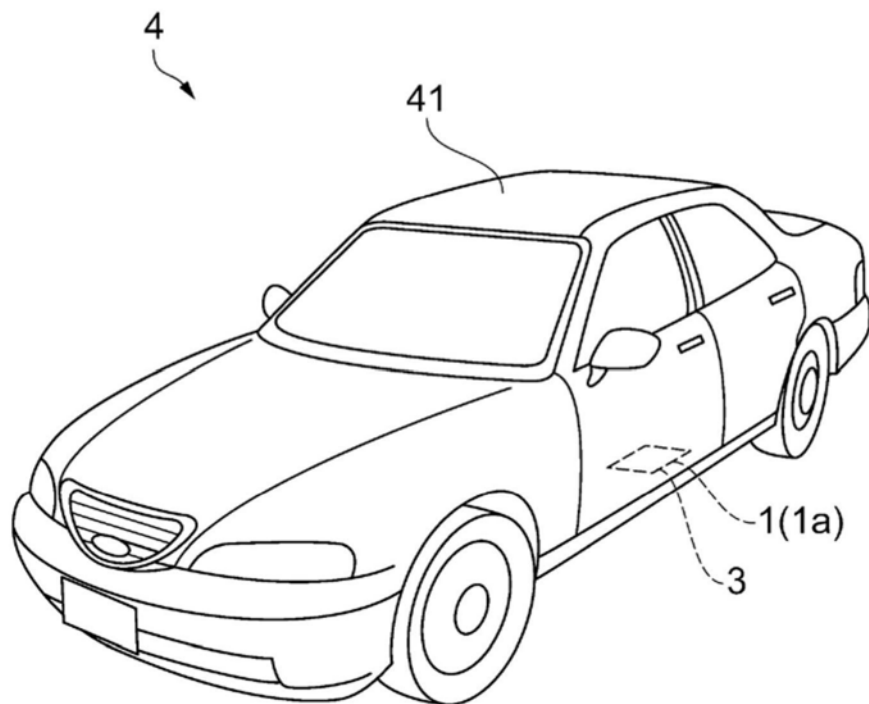


图11