



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106525015 B

(45) 授权公告日 2021.12.28

(21) 申请号 201610806258.X

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2016.09.06

G01C 19/56 (2012.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G01C 19/5776 (2012.01)

申请公布号 CN 106525015 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2017.03.22

CN 104634335 A, 2015.05.20

(30) 优先权数据

CN 101821586 A, 2010.09.01

2015-177415 2015.09.09 JP

CN 103363968 A, 2013.10.23

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

CN 104823020 A, 2015.08.05

地址 日本东京

CN 104882469 A, 2015.09.02

(72) 发明人 高田丰

JP 特开2001-156720 A, 2001.06.08

(74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司 11225

JP 特开2014-13207 A, 2014.01.23

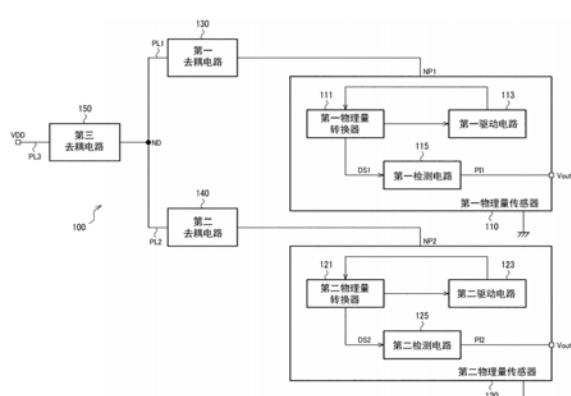
代理人 黄威 苏萌萌

审查员 郭玉坤

(54) 发明名称
物理量检测系统、电子设备以及移动体

(57) 摘要

本发明提供一种在使用共同的电源来对多个物理量传感器进行驱动的情况下，能够抑制差拍噪声等的产生的物理量检测系统、电子设备以及移动体等。物理量检测系统包括：第一、第二物理量传感器；被施加有电源电压的第一、第二电源线；具有第一带阻频率特性的第一去耦电路；具有第二带阻频率特性的第二去耦电路。第一带阻频率特性的低频率侧的截止频率<第一驱动电路的第一驱动频率<第一带阻频率特性的高频率侧的截止频率，且第二带阻频率特性的低频率侧的截止频率<第二驱动电路的第二驱动频率<第二带阻频率特性的高频率侧的截止频率。



1. 一种物理量检测系统，其特征在于，包括：

第一物理量传感器，其具有：第一物理量转换器、对所述第一物理量转换器进行驱动的第一驱动电路、根据从所述第一物理量转换器输出的第一检测信号，而输出对应于第一物理量的第一物理量信息的第一检测电路；

第二物理量传感器，其具有：第二物理量转换器、对所述第二物理量转换器进行驱动的第二驱动电路、根据从所述第二物理量转换器输出的第二检测信号，而输出对应于第二物理量的第二物理量信息的第二检测电路；

第一电源线，其被施加有从所述第一物理量传感器以及所述第二物理量传感器的共同的电源向所述第一物理量传感器供给的电源电压；

第二电源线，其被施加有从所述电源向所述第二物理量传感器供给的所述电源电压；

第一去耦电路，其被设置于所述第一电源线的路径上，并具有第一带阻频率特性；

第二去耦电路，其被设置于所述第二电源线的路径上，并具有第二带阻频率特性，

在将所述第一驱动电路的第一驱动频率设为 f_{d1} ，将所述第二驱动电路的第二驱动频率设为 f_{d2} ，将第一带阻频率特性的低频率侧的截止频率设为 f_{CL1} ，将第二带阻频率特性的低频率侧的截止频率设为 f_{CL2} ，将第一带阻频率特性的高频率侧的截止频率设为 f_{CH1} ，将第二带阻频率特性的高频率侧的截止频率设为 f_{CH2} 的情况下，

$$f_{CL1} < f_{d1} < f_{CH1}, \text{ 且 } f_{CL2} < f_{d2} < f_{CH2}.$$

2. 如权利要求1所述的物理量检测系统，其特征在于，

$$f_{CL1} < f_{d1} < 3 \times f_{d1} < f_{CH1}, \text{ 且 } f_{CL2} < f_{d2} < 3 \times f_{d2} < f_{CH2}.$$

3. 如权利要求1所述的物理量检测系统，其特征在于，

$$f_{CL1} < f_{d1} < 3 \times f_{d1} < 5 \times f_{d1} < 7 \times f_{d1} < f_{CH1}, \text{ 且 } f_{CL2} < f_{d2} < 3 \times f_{d2} < 5 \times f_{d2} < 7 \times f_{d2} < f_{CH2}.$$

4. 如权利要求1所述的物理量检测系统，其特征在于，

所述第一驱动电路以及所述第二驱动电路以矩形波的驱动信号而对所述第一物理量转换器以及所述第二物理量转换器进行驱动。

5. 如权利要求1所述的物理量检测系统，其特征在于，

在将所述第一物理量信息以及所述第二物理量信息的检测频带的上侧频率设为 f_g 的情况下， $|f_{d1} - f_{d2}| < f_g$ 。

6. 如权利要求1所述的物理量检测系统，其特征在于，包括：

第三电源线，其对所述第一电源线以及所述第二电源线施加所述电源电压；

第三去耦电路，其被设置于所述第三电源线的路径上。

7. 如权利要求1所述的物理量检测系统，其特征在于，

所述第一去耦电路具有：

第一电容器；

第二电容器，其电容值与所述第一电容器不同，

所述第二去耦电路具有：

第三电容器；

第四电容器，其电容值与所述第三电容器不同，

所述第一电容器和所述第二电容器被设置于供给高电位侧的所述电源的所述第一电源线与低电位侧的电源节点之间，

所述第三电容器和所述第四电容器被设置于供给所述高电位侧的所述电源的所述第二电源线与所述低电位侧的电源节点之间。

8. 如权利要求1所述的物理量检测系统,其特征在于,

所述第一去耦电路具有:

第一电感器;

第一电容器;

第二电容器,其电容值与所述第一电容器不同,

所述第二去耦电路具有:

第二电感器;

第三电容器;

第四电容器,其电容值与所述第三电容器不同,

所述第一电容器以及所述第二电容器被设置于向所述第一物理量传感器供给所述电源的第一电源供给节点与低电位侧的电源节点之间,

所述第一电感器被设置于所述第一电源线与所述第一电源供给节点之间,

所述第三电容器以及所述第四电容器被设置于向所述第二物理量传感器供给所述电源的第二电源供给节点与所述低电位侧的电源节点之间,

所述第二电感器被设置于所述第二电源线与所述第二电源供给节点之间。

9. 如权利要求1所述的物理量检测系统,其特征在于,

所述第一去耦电路具有:

第一电感器;

第二电感器;

第一电容器;

第二电容器,其电容值与所述第一电容器不同,

所述第二去耦电路具有:

第三电感器;

第四电感器;

第三电容器;

第四电容器,其电容值与所述第三电容器不同,

所述第一电容器以及所述第二电容器被设置于第一节点与低电位侧的电源节点之间,

所述第一电感器被设置于所述第一电源线与所述第一节点之间,

所述第二电感器被设置于所述第一节点与向所述第一物理量传感器供给所述电源的第一电源供给节点之间,

所述第三电容器以及所述第四电容器被设置于第二节点与所述低电位侧的电源节点之间,

所述第三电感器被设置于所述第二电源线与所述第二节点之间,

所述第四电感器被设置于所述第二节点与向所述第二物理量传感器供给所述电源的第二电源供给节点之间。

10. 如权利要求1所述的物理量检测系统,其特征在于,

所述第一物理量信息以及所述第二物理量信息为角速度信息。

11.一种电子设备,其特征在于,包括:

权利要求1至10中的任意一项所述的物理量检测系统。

12.一种移动体,其特征在于,包括:

权利要求1至10中的任意一项所述的物理量检测系统。

物理量检测系统、电子设备以及移动体

技术领域

[0001] 本发明涉及一种物理量检测系统、电子设备以及移动体等。

背景技术

[0002] 对角速度、加速度等物理量进行检测的物理量检测系统，被应用于例如车辆的车身控制、汽车导航装置系统的本车位置检测、数字照相机或摄像机等的振动控制补正(所谓的手抖补正)等中。作为包括所涉及的物理量检测系统的传感器装置，而已知有例如在专利文献1中所公开的这样的、具备多个物理量传感器(物理量转换器：physical quantity transducers)，并对围绕互相正交的两个或三个检测轴的角速度进行检测的传感器装置。

[0003] 在像专利文献1这样使用一个电源来对多个物理量转换器进行驱动从而对物理量进行检测的情况下，明确存在有如下可能性，即，例如第一物理量转换器的驱动频率成分的噪声从驱动电路经由电源线而传递至第二物理量转换器的检测电路中。在这种情况下，如果将第一物理量转换器的第一驱动频率设为 f_{d1} 、将第二物理量转换器的第二驱动频率设为 f_{d2} ，则将产生与 f_{d1} 和 f_{d2} 的差分相对应的频率的差拍噪声(beat noise)，从而使被检测的物理量中产生误差。

[0004] 专利文献1：日本特开2013-217813号公报

发明内容

[0005] 根据本发明的几个方式，能够提供一种在使用共同的电源来对多个物理量传感器进行驱动的情况下，能够抑制差拍噪声等的产生的物理量检测系统、电子设备以及移动体等。

[0006] 本发明的一个方式涉及一种物理量检测系统，包括：第一物理量传感器，其具有：第一物理量转换器、对所述第一物理量转换器进行驱动的第一驱动电路、根据从所述第一物理量转换器输出的第一检测信号，而输出对应于第一物理量的第一物理量信息的第一检测电路；第二物理量传感器，其具有：第二物理量转换器、对所述第二物理量转换器进行驱动的第二驱动电路、根据从所述第二物理量转换器输出的第二检测信号，而输出对应于第二物理量的第二物理量信息的第二检测电路；第一电源线，其被施加有从所述第一物理量传感器以及所述第二物理量传感器的共同的电源向所述第一物理量传感器供给的电源电压；第二电源线，其被施加有从所述电源向所述第二物理量传感器供给的所述电源电压；第一去耦电路，其被设置于所述第一电源线的路径上，并具有第一带阻频率特性；第二去耦电路，其被设置于所述第二电源线的路径上，并具有第二带阻频率特性，在将所述第一驱动电路的第一驱动频率设为 f_{d1} ，将所述第二驱动电路的第二驱动频率设为 f_{d2} ，将第一带阻频率特性的低频率侧的截止频率设为 f_{CL1} ，将第二带阻频率特性的低频率侧的截止频率设为 f_{CL2} ，将第一带阻频率特性的高频率侧的截止频率设为 f_{CH1} ，将第二带阻频率特性的高频率侧的截止频率设为 f_{CH2} 的情况下， $f_{CL1} < f_{d1} < f_{CH1}$ ，且 $f_{CL2} < f_{d2} < f_{CH2}$ 。

[0007] 本实施方式的物理量检测系统使用具有 $f_{CL1} < f_{d1} < f_{CH1}$ 这样的第一带阻频率特性

的第一去耦电路、和具有 $f_{CL2} < f_{d2} < f_{CH2}$ 这样的第二带阻频率特性的第二去耦电路。而且,通过第一去耦电路来减少第一物理量传感器的第一驱动频率 f_{d1} 成分,通过第二去耦电路来减少第二物理量传感器的第二驱动频率 f_{d2} 成分,从而减少了向一方的物理量传感器输入的另一方的物理量传感器的驱动频率成分。因此,在使用共同的电源而对多个物理量传感器进行驱动的情况下,能够抑制差拍噪声的产生。

[0008] 此外,在本发明的一个方式中,也可以为, $f_{CL1} < f_{d1} < 3 \times f_{d1} < f_{CH1}$,且 $f_{CL2} < f_{d2} < 3 \times f_{d2} < f_{CH2}$ 。

[0009] 由此,能够减少一方的物理量传感器的驱动频率的谐波成分,从而抑制谐波成分给另一方的物理量传感器带来恶劣影响等。

[0010] 此外,在本发明的一个方式中,也可以为, $f_{CL1} < f_{d1} < 3 \times f_{d1} < 5 \times f_{d1} < 7 \times f_{d1} < f_{CH1}$,且 $f_{CL2} < f_{d2} < 3 \times f_{d2} < 5 \times f_{d2} < 7 \times f_{d2} < f_{CH2}$ 。

[0011] 由此,能够减少一方的物理量传感器的驱动频率的更高的谐波成分,从而能够抑制谐波成分给另一方的物理量传感器带来恶劣影响等。

[0012] 此外,在本发明的一个方式中,也可以为,所述第一驱动电路以及所述第二驱动电路以矩形波的驱动信号而对所述第一物理量转换器以及所述第二物理量转换器进行驱动。

[0013] 由此,虽然当实施矩形波驱动时会产生谐波成分从而给物理量传感器带来恶劣影响,但能够抑制该恶劣影响等。

[0014] 此外,在本发明的一个方式中,也可以为,在将所述第一物理量信息以及所述第二物理量信息的检测频带的上侧频率设为 f_g 的情况下, $|f_{d1} - f_{d2}| < f_g$ 。

[0015] 由此,即使在 $|f_{d1} - f_{d2}| < f_g$ 且通过同步检波后的滤波处理而无法去除差拍噪声的情况下,也能够实现取得正确的物理量信息等。

[0016] 此外,在本发明的一个方式中,也可以为,包括:第三电源线,其对所述第一电源线以及所述第二电源线施加所述电源电压;第三去耦电路,其被设置于所述第三电源线的路径上。

[0017] 由此,即使在被输入有第一驱动频率 f_{d1} 的频带或第二驱动频率 f_{d2} 的频带的外源性噪声频率成分的情况下,也能够抑制差拍噪声的产生等。

[0018] 此外,在本发明的一个方式中,也可以为,所述第一去耦电路具有:第一电容器;第二电容器,其电容值与所述第一电容器不同,所述第二去耦电路具有:第三电容器;第四电容器,其电容值与所述第三电容器不同,所述第一电容器和所述第二电容器被设置于供给高电位侧的所述电源的所述第一电源线与低电位侧的电源节点之间,所述第三电容器和所述第四电容器被设置于供给所述高电位侧的所述电源的所述第二电源线与所述低电位侧的电源节点之间。

[0019] 由此,使驱动频率成分旁通接地,从而能够抑制驱动频率成分流入到另一方的物理量传感器以及电源线中的情况等。

[0020] 此外,在本发明的一个方式中,也可以为,所述第一去耦电路具有:第一电感器;第一电容器;第二电容器,其电容值与所述第一电容器不同,所述第二去耦电路具有:第二电感器;第三电容器;第四电容器,其电容值与所述第三电容器不同,所述第一电容器以及所述第二电容器被设置于向所述第一物理量传感器供给所述电源的第一电源供给节点与低电位侧的电源节点之间,所述第一电感器被设置于所述第一电源线与所述第一电源供给节

点之间，所述第三电容器以及所述第四电容器被设置于向所述第二物理量传感器供给所述电源的第二电源供给节点与所述低电位侧的电源节点之间，所述第二电感器被设置于所述第二电源线与所述第二电源供给节点之间。

[0021] 由此，扩宽了截止频带宽，从而不仅能够抑制驱动频率成分流入到另一方的物理量传感器以及电源线中的情况，而且还能够抑制驱动频率的高频成分流入到另一方的物理量传感器以及电源线流入中的情况等。

[0022] 此外，在本发明的一个方式中，也可以为，所述第一去耦电路具有：第一电感器；第二电感器；第一电容器；第二电容器，其电容值与所述第一电容器不同，所述第二去耦电路具有：第三电感器；第四电感器；第三电容器；第四电容器，其电容值与所述第三电容器不同，所述第一电容器以及所述第二电容器被设置于第一节点与低电位侧的电源节点之间，所述第一电感器被设置于所述第一电源线与所述第一节点之间，所述第二电感器被设置于所述第一节点与向所述第一物理量传感器供给所述电源的第一电源供给节点之间，所述第三电容器以及所述第四电容器被设置于第二节点与所述低电位侧的电源节点之间，所述第三电感器被设置于所述第二电源线与所述第二节点之间，所述第四电感器被设置于所述第二节点与向所述第二物理量传感器供给所述电源的第二电源供给节点之间。

[0023] 由此，进一步扩宽了截止频带宽，从而不仅能够抑制驱动频率成分流入到另一方的物理量传感器以及电源线中的情况，而且还能够抑制驱动频率的高频成分流入到另一方的物理量传感器以及电源线中的情况等。

[0024] 此外，在本发明的一个方式中，也可以为，所述第一物理量信息以及所述第二物理量信息为角速度信息。

[0025] 由此，能够对围绕至少两个旋转轴的角速度信息进行检测等。

[0026] 此外，在本发明的其他方式中，还涉及一种物理量检测系统，包括：第一物理量传感器，其具有：第一物理量转换器、对所述第一物理量转换器进行驱动的第一驱动电路、根据从所述第一物理量转换器输出的第一检测信号，而输出对应于第一物理量的第一物理量信息的第一检测电路；第二物理量传感器，其具有：第二物理量转换器、对所述第二物理量转换器进行驱动的第二驱动电路、根据从所述第二物理量转换器输出的第二检测信号，而输出对应于第二物理量的第二物理量信息的第二检测电路；第一电源线，其被施加有从所述第一物理量传感器以及所述第二物理量传感器的共同的电源向所述第一物理量传感器供给的电源电压；第二电源线，其被施加有从所述电源向所述第二物理量传感器供给的所述电源电压；第三电源线，其对所述第一电源线以及所述第二电源线施加所述电源电压；第一去耦电路，其被设置于所述第一电源线的路径上；第二去耦电路，其被设置于所述第二电源线的路径上；第三去耦电路，其被设置于所述第三电源线的路径上。

[0027] 此外，在本发明的其他的方式中，涉及一种包括所述物理量检测系统的电子设备。

[0028] 此外，在本发明的其他的方式中，涉及一种包括所述物理量检测系统的移动体。

附图说明

[0029] 图1为本实施方式的物理量检测系统的结构例。

[0030] 图2为不具有去耦电路的物理量检测系统的结构例。

[0031] 图3为驱动频率成分重叠的电源电压的说明图。

- [0032] 图4为由差拍噪声所产生的传感器输出信号的输出变动量的说明图。
- [0033] 图5为传感器输出信号的输出变动量的峰值间差分量的频率特性的说明图。
- [0034] 图6为传感器输出信号的具体例的说明图。
- [0035] 图7为由带阻滤波器实施的驱动频率成分的衰减处理的说明图。
- [0036] 图8为由带阻滤波器实施的外源性噪声成分的衰减处理的说明图。
- [0037] 图9为驱动频率的频率特性的说明图。
- [0038] 图10为传感器输出信号与差拍噪声的说明图。
- [0039] 图11为去耦电路的具体结构例。
- [0040] 图12为去耦电路的其他的具体结构例。
- [0041] 图13为去耦电路的其他的具体结构例。
- [0042] 图14为由去耦电路的有无所产生的传感器输出信号的输出变动量的峰值间差分量的频率特性的说明图。
- [0043] 图15为陀螺仪传感器的详细结构例。
- [0044] 图16为电路装置的驱动电路以及检测电路的详细结构例。
- [0045] 图17为包括物理量检测系统的电子设备或移动体的详细结构例。
- [0046] 图18为电子设备以及移动体的具体例。

具体实施方式

[0047] 以下,对本实施方式进行说明。另外,在下文中所说明的本实施方式并非对权利要求书所记载的本发明的内容进行不当限定。此外,在本实施方式中所说明的所有结构不一定都是本发明的必需结构要件。

[0048] 1. 系统结构例

[0049] 在图1中图示了本实施方式的物理量检测系统的结构例。本实施方式的物理量检测系统100包括:第一物理量传感器110、第二物理量传感器120、第一电源线PL1、第二电源线PL2、第一去耦电路130、第二去耦电路140。另外,物理量检测系统100并不限于图1的结构,能够实施省略它们中一部分的结构要素、或追加其他的结构要素等各种改变。例如,虽然在图1中设置有第三去耦电路150,但也能够实施不具有所述第三去耦电路150的改变。

[0050] 而且,第一物理量传感器110具有第一物理量转换器111、对第一物理量转换器111进行驱动的第一驱动电路113、第一检测电路115。第一检测电路115根据从第一物理量转换器111被输出的第一检测信号DS1而输出对应于第一物理量的第一物理量信息PI1。另外,第一物理量信息PI1为,第一物理量传感器110的传感器输出信号。

[0051] 同样地,第二物理量传感器120具有第二物理量转换器121、对第二物理量转换器121进行驱动的第二驱动电路123、第二检测电路125。第二检测电路125根据从第二物理量转换器121被输出的第二检测信号DS2而输出对应于第二物理量的第二物理量信息PI2。另外,第二物理量信息PI2为,第二物理量传感器120的传感器输出信号。

[0052] 在此,传感器输出信号(第一物理量信息PI1、第二物理量信息PI2)既可以是电压信号,也可以是数字信号。

[0053] 例如,第一物理量传感器110以及第二物理量传感器120为陀螺仪传感器。在这种情况下,第一物理量信息PI1以及第二物理量信息PI2例如为角速度信息,第一物理量以及

第二物理量例如为角速度。而且,第一物理量转换器111例如作为第一检测信号DS1而输出第一陀螺仪传感器信号,第一检测电路115作为第一物理量信息PI1而向第一输出节点Vout1输出第一角速度信息。另一方面,第二物理量转换器121例如作为第二检测信号DS2而输出第二陀螺仪传感器信号,第二检测电路125作为第二物理量信息PI2而向第二输出节点Vout2输出第二角速度信息。

[0054] 在所谓的模拟陀螺仪传感器的情况下,角速度信息为电压信号,电压信号的DC电压电平表示被检测的角速度的大小。此外,在具有A/D转换电路或数字信号处理部的数字陀螺仪传感器的情况下,角速度信息为数字信号,由数字信号所表示的数值表示角速度的大小。而且,第一角速度信息为表示围绕第一旋转轴的第一角速度的信息,第二角速度信息为表示围绕与第一旋转轴不同的第二旋转轴的第二角速度的信息。

[0055] 由此,能够实现对围绕至少两个旋转轴的角速度信息进行检测等情况。但是,在本实施方式中,物理量传感器并不限于陀螺仪传感器,也可以为加速度传感器、或其他的运动传感器(体动传感器)。

[0056] 另外,第一物理量转换器111以及第二物理量转换器121分别对应于使用图15而在后文中详细叙述的物理量转换器(振动片)10,并且例如也可以为与物理量转换器10相同的结构。同样地,第一驱动电路113以及第二驱动电路123分别对应于使用图16而在后文中详细叙述的驱动电路30,并且例如也可以为与驱动电路30相同的结构。而且,第一检测电路115以及第二检测电路125分别对应于使用图16而在后文中详细叙述的检测电路60,并且例如也可以为与检测电路60相同的结构。因此,关于它们的详细的结构,在此省略说明。

[0057] 此外,第一电源线PL1被施加有从第一物理量传感器110以及第二物理量传感器120的共同的电源VDD向第一物理量传感器110供给的电源电压。另一方面,第二电源线PL2被施加有从所述的共同的电源VDD向第二物理量传感器120供给的电源电压。

[0058] 而且,第一去耦电路130(第一旁路电容器电路)被设置于第一电源线PL1的路径上,并具有第一带阻频率特性。在此,将第一带阻频率特性的低频率侧的截止频率设为 f_{CL1} ,将第一带阻频率特性的高频率侧的截止频率设为 f_{CH1} 。

[0059] 另一方面,第二去耦电路140(第二旁路电容器电路)被设置于第二电源线PL2的路径上,并具有第二带阻频率特性。在此,将第二带阻频率特性的低频率侧的截止频率设为 f_{CL2} ,将第二带阻频率特性的高频率侧的截止频率设为 f_{CH2} 。另外,关于第一去耦电路130以及第二去耦电路140的具体的结构,将使用图11至图13而在后文中叙述。

[0060] 在本实施方式中,从共同的电源VDD对设置于同一基板上的至少两个物理量传感器供给电源电压。而且,在上述的专利文献1的传感器装置中,作为多个传感器元件中的各个传感器元件的驱动频率,而使用不同的驱动频率。即使在本实施方式中,由于第一物理量传感器110的第一物理量转换器111和第二物理量传感器120的第二物理量转换器121会因制造偏差等而存在个体差异,因此也未使两个驱动频率一致,而是产生少许差异。在此,例如将第一驱动电路113的第一驱动频率设为 f_{d1} ,将第二驱动电路123的第二驱动频率设为 f_{d2} 。此时,在多数情况下, $|f_{d1}-f_{d2}|$ 不为零。另外,驱动频率是根据物理量转换器的尺寸、形状、材料、传感器装置的用途等而被适当规定的。

[0061] 另一方面,在图2中图示了不具有去耦电路的物理量检测系统的结构例。图2所示的物理量检测系统与图1所示的物理量检测系统100相比,除了不具有去耦电路这一点以外

其余均为相同结构,且在第一物理量传感器110和第二物理量传感器120中也使用同一种类的物理量传感器。因此,在第一物理量传感器110的第一驱动频率 f_{d1} 和第二物理量传感器120的第二驱动频率 f_{d2} 中,也设为存在有因制造偏差而产生的少许差异。

[0062] 在图2所示的物理量检测系统中,由于是从共同的电源向第一物理量传感器110和第二物理量传感器120供给电源电压的,因此一方的物理量传感器的驱动频率成分会沿着电源线而被输入到另一方的物理量传感器。

[0063] 例如,在第二物理量传感器120中被输入有第一驱动频率 f_{d1} 的成分,在第一物理量传感器110中被输入有第二驱动频率 f_{d2} 的成分。

[0064] 更具体而言,在图3中图示了第一驱动频率 f_{d1} 成分与第二驱动频率 f_{d2} 成分重叠的电源电压VDD的具体例。在图3的曲线图中,纵轴表示电源电压VDD[V],横轴表示时间[s]。而且,在该图中,以放大的方式而图示了一部分的期间TM的5[V]附近的电源电压VDD的变动的情况。虽然本来电源电压VDD被固定为5[V],但如图3的放大图所示那样,第一驱动频率 f_{d1} 成分与第二驱动频率 f_{d2} 成分发生重叠,从而使电源电压VDD产生细微地变动。在本示例中,这样的电压细微地变动的电源电压VDD向第一物理量传感器110以及第二物理量传感器120被供给。

[0065] 此时,在第一检测电路115(或第二检测电路125)中,利用后述的同步检波电路(图16所示的62)的功能,而使两个驱动频率(f_{d1} 以及 f_{d2})相乘,并通过外差原理而使第一驱动频率 f_{d1} 与第二驱动频率 f_{d2} 之和以及这两者之差的频率成为差拍噪声(差拍信号)而被输出。该差拍噪声通过DC放大器而被放大,并且被表现作为第一物理量传感器110(或第二物理量传感器120)的输出变动。

[0066] 例如,在图4中,图示了驱动频率差0.5Hz($=|f_{d1}-f_{d2}|$)中的、由差拍噪声所产生的传感器输出信号的输出变动量的一个示例。在图4的曲线图中,纵轴表示传感器输出信号的输出变动量 ΔV_{out} [V],横轴表示时间[s]。例如,图示了在 $\Delta V_{out}=0.18$ [V]的定时下,传感器输出信号以与本来的值相比大0.18[V]的方式而输出的情况。即,虽然在图4的曲线图中,如果输出变动量 ΔV_{out} 为0[V],则可以说不会产生差拍噪声的对传感器输出信号的影响,但是实际上,如图4所示那样,传感器输出信号会周期性地因差拍噪声而产生变动。如果以此方式根据包含差拍噪声的传感器输出信号而对例如角速度进行计算,则差拍噪声成分将表现成为角速度的误差,从而无法计算出正确的角速度。

[0067] 而且,如图5的曲线图所示,传感器输出信号的输出变动量 Δv_{out} 的大小因驱动频率差 Δf_d ($=|f_{d1}-f_{d2}|$)而产生变动。在图5的曲线图中,纵轴表示传感器输出信号的输出变动量 ΔV_{out} 的峰值间差分量 ΔV_{p-p} [V],横轴表示驱动频率差 Δf_d [Hz]。峰值间差分量 ΔV_{p-p} 为,例如图4所示这样的曲线图中的输出变动量 ΔV_{out} 的最大值与最小值的差分。也就是说,可以认为是,峰值间差分量 ΔV_{p-p} 越大,则相对于该驱动频率差 Δf_d 而言,传感器输出信号的输出变动越大。如图5的曲线图所示,传感器输出信号的峰值间差分量 ΔV_{p-p} 是驱动频率差 Δf_d 越小则越大,尤其是在驱动频率差 $\Delta f_d \leq 1$ Hz的区域内,差拍噪声的影响显著增大。尤其是,如本实施方式所示,在使用相同的物理量传感器的情况下,由于也存在由制造偏差造成的驱动频率差在10Hz以下的可能性,因此传感器输出信号的输出变动的大小成了一个问题。

[0068] 此外,在图6中图示了传感器输出信号的具体例。在图6的a1中,表示出了相对于电

源电压VDD而不存在有驱动频率成分的干涉的情况下传感器输出信号。在图6的a2中,表示出了驱动频率差 $\Delta f_d=1\text{Hz}$ 、且相对于电源电压VDD而存在有驱动频率成分的干涉的情况下的传感器输出信号。而且,在图6的a3中,表示出了驱动频率差 $\Delta f_d=3\text{Hz}$ 、且相对于电源电压VDD而存在有驱动频率成分的干涉的情况下的传感器输出信号。另外,在图6的a1~a3的各个曲线图中,纵轴表示传感器输出信号 $V_{out}[\text{V}]$,横轴表示时间[s]。如此,传感器输出信号的振幅根据驱动频率差而周期性地变动。

[0069] 如上文所述,在不具有去耦电路的图2所示的这种物理量检测系统中,在于同一基板上、同一电源电压下使用多个物理量传感器的情况下,传感器输出信号会因驱动频率差而产生变动,从而无法正确地对物理量进行测量。

[0070] 因此,本实施方式的物理量检测系统100如上述的图1所示那样,使用了具有 $f_{CL1} < f_{d1} < f_{CH1}$ 这样的第一带阻频率特性的第一去耦电路130和具有 $f_{CL2} < f_{d2} < f_{CH2}$ 这样的第二带阻频率特性的第二去耦电路140。

[0071] 具有 $f_{CL1} < f_{d1} < f_{CH1}$ 这样的第一带阻频率特性的第一去耦电路130作为图7所示的带阻滤波器BEF而发挥功能。在图7的曲线图中,实线表示图3所示的电源电压VDD的AC成分(第一驱动频率 f_{d1} 成分或第二驱动频率 f_{d2} 成分),虚线表示能够对预定的频带进行衰减(去除)的第一去耦电路130的衰减特性。而且,纵轴对于AC成分而言表示振幅、对于衰减特性而言表示衰减率Att的倒数(1/Att),横轴表示频率。因此,第一去耦电路130能够对重叠于电源电压VDD中的第一物理量传感器110的第一驱动频率 f_{d1} 成分进行衰减,从而减少被输入至第二物理量传感器120输入的第一驱动频率 f_{d1} 成分。

[0072] 同样地,具有 $f_{CL2} < f_{d2} < f_{CH2}$ 这样的第二带阻频率特性的第二去耦电路140作为图7所示的带阻滤波器BEF而发挥功能。因此,第二去耦电路140能够对重叠于电源电压VDD中的第二物理量传感器120的第二驱动频率 f_{d2} 成分进行衰减,从而减少向第一物理量传感器110输入的第二驱动频率 f_{d2} 成分。关于第一去耦电路130以及第二去耦电路140的具体的动作,将在后文叙述。

[0073] 如果以此方式能够减少电源电压VDD中所包含的第一驱动频率 f_{d1} 成分以及第二驱动频率 f_{d2} 成分,则能够减少通过各个物理量传感器的同步检波电路(图16所示的62)而生成的第一驱动频率 f_{d1} 与第二驱动频率 f_{d2} 之和以及这两者之差的频率成分,其结果为,也能够减少差拍噪声。因此,在使用共同的电源来对多个物理量传感器进行驱动的情况下,能够对差拍噪声的产生进行抑制。

[0074] 如上述那样,如果通过第一去耦电路130来减少重叠于电源电压VDD中的第一驱动频率 f_{d1} 成分,并通过第二去耦电路140来减少重叠于电源电压VDD中的第二驱动频率 f_{d2} 成分,则能够减少因第一物理量传感器110以及第二物理量传感器120而引起的差拍噪声。但是,在从电源VDD侧被输入有具有接近于第一驱动频率 f_{d1} 或第二驱动频率 f_{d2} 的频率的外源性噪声频率成分的情况下,存在有在各个物理量传感器的传感器输出信号中产生差拍噪声的情况。例如,如果外源性噪声频率与驱动频率(第一驱动频率 f_{d1} 或第二驱动频率 f_{d2})之差在10Hz以下,则因上述的外差原理,差拍噪声的产生将变得较为显著。

[0075] 因此,如图1所示,本实施方式的物理量检测系统100包括对第一电源线PL1以及第二电源线PL2施加电源电压的第三电源线PL3、和被设置于第三电源线PL3的路径上的第三去耦电路150。

[0076] 而且,如图8所示,第三去耦电路150用于减少从电源VDD侧流入的外源性噪声频率 f_{ONS} 成分。在图8的曲线图中,实线表示外源性噪声频率 f_{ONS} 成分,虚线表示能够对预定的频带进行衰减(去除)的第三去耦电路150的衰减特性。而且,纵轴对于外源性噪声频率 f_{ONS} 成分而言表示振幅,对于衰减特性而言表示衰减率Att的倒数(1/Att),横轴表示频率。如图8所示,第三去耦电路150作为具有 $f_{CL1} < f_{d1} < f_{CH1}$ 这样的第一带阻频率特性或是 $f_{CL2} < f_{d2} < f_{CH2}$ 这样的第二带阻频率特性的带阻滤波器BEF而发挥功能。因此,第三去耦电路150能够对重叠于电源电压VDD中的外源性噪声频率 f_{ONS} 成分进行衰减,从而减少被输入至第一物理量传感器110以及第二物理量传感器120的外源性噪声频率 f_{ONS} 成分。

[0077] 由此,即使在被输入有第一驱动频率 f_{d1} 的频带或第二驱动频率 f_{d2} 的频带的外源性噪声频率成分的情况下,也能够实现抑制差拍噪声的产生的情况等。另外,第一驱动频率 f_{d1} 的频带为例如从 f_{CL1} 至 f_{CH1} 的频带,而且,第二驱动频率 f_{d2} 的频带为例如从 f_{CL2} 到 f_{CH2} 的频带。

[0078] 在此,第一驱动电路113以及第二驱动电路123通过矩形波的驱动信号来对第一物理量转换器111以及第二物理量转换器121进行驱动。

[0079] 在通过矩形波的驱动信号来对物理量转换器进行驱动的方式中,具有驱动信号的偏差较小这一优点。此外,由于电压振幅的控制较容易,因此具有能够简化电路结构从而能够缩小电路规模这一优点。

[0080] 但是,另一方面,由于通过矩形波的驱动信号来对物理量转换器进行驱动,因此驱动频率也含有基波成分的整数倍的高频成分。尤其是,含有奇数倍的谐波成分较多。例如,在图9中,图示了基波的频率为50kHz的驱动频率的频率特性的示例。在图9的曲线图中,横轴表示(驱动)频率[kHz],纵轴表示与横轴的频率相对应的信号的强度[dB]。在图9的示例中,如上述那样,作为驱动频率的奇数倍的谐波成分的150kHz、250kHz、350kHz的成分表现地较为强烈。

[0081] 因而,为了降低差拍噪声,而优选为,不仅在去耦电路中降低驱动频率,而且还在去耦电路中减少驱动频率的整数倍的谐波成分,尤其是奇数倍的谐波成分。

[0082] 因此,在本实施方式的物理量检测系统100中使用了具有 $f_{CL1} < f_{d1} < 3 \times f_{d1} < f_{CH1}$ 这样的第一带阻频率特性的第一去耦电路130、和具有 $f_{CL2} < f_{d2} < 3 \times f_{d2} < f_{CH2}$ 这样的第二带阻频率特性的第二去耦电路140。

[0083] 例如,如上述的图7所示那样,第一去耦电路130的带阻滤波器BEF对第一驱动频率 f_{d1} 成分及其第三谐波($3f_{d1}$)进行衰减(去除)。同样地,如图7所示,第二去耦电路140的带阻滤波器BEF对第二驱动频率 f_{d2} 成分及其第三谐波($3f_{d2}$)进行衰减(去除)。另外,第一去耦电路130以及第二去耦电路140不仅能够去除驱动频率 f_{d1} (f_{d2})和驱动频率 f_{d1} (f_{d2})的三倍的频率,而且还能去除从 f_{d1} (f_{d2})到 $3f_{d1}$ ($3f_{d2}$)的各个频率成分。

[0084] 由此,能够减少一方的物理量传感器的驱动频率的谐波成分,从而能够抑制谐波成分给另一方的物理量传感器带来的恶劣影响等。

[0085] 而且,在本实施方式的物理量检测系统100中,也可以使用具有 $f_{CL1} < f_{d1} < 3 \times f_{d1} < 5 \times f_{d1} < 7 \times f_{d1} < f_{CH1}$ 这样的第一带阻频率特性的第一去耦电路130、和具有 $f_{CL2} < f_{d2} < 3 \times f_{d2} < 5 \times f_{d2} < 7 \times f_{d2} < f_{CH2}$ 这样的第二带阻频率特性的第二去耦电路140。

[0086] 例如,如上述的图7所示那样,第一去耦电路130的带阻滤波器BEF对第一驱动频率

f_{d1} 成分及其第三谐波($3f_{d1}$)、第五谐波($5f_{d1}$)、第七谐波($7f_{d1}$)进行衰减(去除)。同样地,如图7所示那样,第二去耦电路140的带阻滤波器BEF对第二驱动频率 f_{d2} 成分及其第三谐波($3f_{d2}$)、第五谐波($5f_{d2}$)、第七谐波($7f_{d2}$)进行衰减(去除)。另外,第一去耦电路130以及第二去耦电路140不仅能够去除驱动频率 f_{d1} (f_{d2})、驱动频率 f_{d1} (f_{d2})的3倍、5倍、7倍的频率,而且还能够去除从 f_{d1} (f_{d2})到 $7f_{d1}$ ($7f_{d2}$)的各个频率成分。

[0087] 由此,能够减少一方的物理量传感器的驱动频率的更高的谐波成分,从而能够抑制谐波成分给另一方的物理量传感器带来的恶劣影响等。

[0088] 此外,在构成例如能够对驱动频率和驱动频率的7倍的频率进行衰减的带阻滤波器BEF时,如图7所示那样,只要以使低频率侧的截止频率 f_{CL1} (f_{CL2})接近于驱动频率 f_{d1} (f_{d2})的方式进行设计即可。

[0089] 那么,接下来使用图10而对针对同步检波后的检测信号实施滤波处理从而是否能够去除差拍噪声进行说明。如使用图16而在下文中叙述的那样,在第一物理量传感器110的第一检测电路115以及第二物理量传感器120的第二检测电路125中设置有同步检波电路62,而且还在同步检波电路62的后级中设置有滤波器部63(模拟滤波器、数字滤波器)。

[0090] 图10的g1为同步检波前的频谱。如图10的g1所示,在同步检波前的检测信号中,存在有所需信号DS、DC偏移的无用信号NS1和机械振动泄漏的无用信号NS2。在图10的g1~g3的曲线图中,纵轴表示各个信号的振幅,横轴表示频率。

[0091] 当对这种检测信号实施同步检波时,能够得到图10的g2所示的频谱。即,在同步检波后的检测信号中,所需信号DS出现在DC的频带中,而且差拍噪声BN也出现在DC的频带中。此时,将所需信号的上侧频率设为 f_g ,将差拍噪声BN的频率设为 $|f_{d1}-f_{d2}|$,则 $|f_{d1}-f_{d2}| < f_g$ 的关系成立。另外,所需信号的上侧频率 f_g 为,第一物理量信息以及第二物理量信息的检测频带的上侧频率。

[0092] 另一方面,在作为同步检波后的图10的g2中,DC偏移的无用信号NS1和机械振动泄漏的无用信号NS2出现在与所需信号的上侧频率 f_g 相比靠高频率侧。

[0093] 因此,如图10的g3所示,能够对这种同步检波后的检测信号实施由滤波器部63进行的滤波处理(低通滤波处理),从而将DC偏移的无用信号NS1和机械振动泄漏的无用信号NS2去除。另外,在图10的g3所示的曲线图中,LPF表示低通滤波器的衰减特性,该衰减特性对应于曲线图的右侧所示的纵轴。曲线图的右侧所示的纵轴表示衰减率Att的倒数(1/Att)。

[0094] 但是,由于差拍噪声BN存在于包含DC带的低频带中,因此通过滤波器部63的低通滤波器LPF无法去除该差拍噪声BN。即,在 $|f_{d1}-f_{d2}| < f_g$ 的关系成立的情况下,无法通过设置在同步检波电路62的后级中的滤波器部63来去除对应于 $|f_{d1}-f_{d2}|$ 的频率的差拍噪声。

[0095] 但是,在本实施方式中,如上述那样,设置有第一去耦电路130至第三去耦电路150。而且,由于第一去耦电路130至第三去耦电路150减少了重叠于电源电压中的各个驱动频率成分,因此能够抑制图10的g2所示的这种同步检波时的差拍噪声的产生。即,能够在产生差拍噪声之前,对成为差拍噪声的原因的驱动频率成分流入另一方的物理量传感器的情况进行抑制,从而能够对同步检波时的差拍噪声的产生进行抑制。因此,即使在 $|f_{d1}-f_{d2}| < f_g$ 且通过同步检波后的滤波处理无法去除差拍噪声的情况下,也能够实现取得正确的物理量信息的情况等。

[0096] 2. 去耦电路

[0097] 接下来,在图11的b1中,图示了去耦电路的具体结构。如图11的b1所示,第一去耦电路130具有第一电容器C1和电容值与第一电容器C1不同的第二电容器C2。

[0098] 此时,第一电容器C1和第二电容器C2被设置在供给高电位侧的电源的第一电源线PL1与低电位侧的电源节点NL之间。更具体而言,第一电容器C1的一端与第一电源线PL1连接,另一端与低电位侧的电源节点NL连接。而且,第二电容器C2的一端也与第一电源线PL1连接,另一端与低电位侧的电源节点NL连接。

[0099] 此外,第二去耦电路140也能够以与图11的b1相同的方式而构成。即,在这种情况下,如图11的b1所示那样,第二去耦电路140具有第三电容器C3和电容值与第三电容器C3不同的第四电容器C4。

[0100] 此时,第三电容器C3和第四电容器C4被设置于供给高电位侧的电源的第二电源线PL2与低电位侧的电源节点NL之间。更具体而言,第三电容器C3的一端与第二电源线PL2连接,另一端与低电位侧的电源节点NL连接。而且,第四电容器C4的一端也与第二电源线PL2连接,另一端与低电位侧的电源节点NL连接。另外,第一去耦电路130以及第二去耦电路140所包含的电容器的数量并不限定为两个,也可以包含三个以上的电容器。

[0101] 而且,图11的b1所示的这种去耦电路的阻抗 $|Z|$ 具有图11的b2所示的这种频率特性。此外,在图11的b3中图示了第一电容器C1的阻抗 $|Z_{C1}|$ 的频率特性,在图11的b4中图示了第二电容器C2的阻抗 $|Z_{C2}|$ 的频率特性。在图11的b2~b4的曲线图中,纵轴表示阻抗,横轴表示频率。

[0102] 在理想的电容器中,频率越高,则阻抗越小。但是,实际上,会存在有由导线或电容器的电极图案等所产生的残留电感。因此,如图11的b3(或b4)所示,在电容器的自共振频率 f_{C1} (f_{C2})以上的频带HBW1(HBW2)中,频率越变高则阻抗也越变大。因此,在实际的电容器中,在自共振频率 f_{C1} (f_{C2})下阻抗最小 Z_{min1} (Z_{min2}),越是变为与自共振频率 f_{C1} (f_{C2})之差越大的频率,则阻抗也越变大。

[0103] 此外,电容器的自共振频率是静电电容越变小,则越向高频率侧移动。在本例中,例如作为第一电容器C1而使用静电电容为 $10\mu F$ 的电容器,作为第二电容器C2而使用静电电容为 $0.1\mu F$ 的电容器。在这种情况下,如图11的b3以及b4所示,与第一电容器C1的自共振频率 f_{C1} 相比第二电容器C2的自共振频率 f_{C2} 较高($f_{C1} < f_{C2}$)。

[0104] 而且,在图11的b1所示的去耦电路中,由于使用了这种静电电容不同的两个电容器(C1以及C2),因此如图11的b2所示那样,阻抗 $|Z|$ 成为了各个电容器的阻抗($|Z_{C1}|$ 以及 $|Z_{C2}|$)合成而得到的阻抗。

[0105] 在图11的示例中,例如将阻抗成为所给的阈值 Z_{th} 时的低频率侧的截止频率设为 f_{CL1} ,将阻抗成为所给的阈值 Z_{th} 时的高频率侧的截止频率设为 f_{CH1} 。而且,如图11的b2所示,如果以第一驱动频率 f_{d1} 落入到 f_{CL1} 至 f_{CH1} 的频带之中的方式来设计第一去耦电路130,则能够将第一驱动频率 f_{d1} 的成分旁通至接地。由此,能够抑制驱动频率成分流入至另一方的物理量传感器以及电源线中的情况等。此外,通过使用静电电容不同的两个电容器,从而与仅使用一个电容器的电路相比,能够扩宽从 f_{CL1} 到 f_{CH1} 的截止频带。即,能够使b2的截止频带宽BWb1宽于b3所示的截止频带宽BW1以及b4所示的截止频带宽BW2。另外,使用图11的b2~b4而说明了的内容,同样也能够说明第二去耦电路140。

[0106] 接下来,在图12的c1中,图示了去耦电路的其他的具体结构。如图12的c1所示那样,第一去耦电路130具有第一电感器L1、第一电容器C1、电容值与第一电容器C1不同的第二电容器C2。

[0107] 此时,第一电容器C1以及第二电容器C2被设置于向第一物理量传感器110供给电源的第一电源供给节点NP1与低电位侧的电源节点NL之间。而且,第一电感器L1被设置于第一电源线PL1与第一电源供给节点NP1之间。更具体而言,第一电容器C1的一端与第一电源供给节点NP1连接,另一端与低电位侧的电源节点NL连接。同样地,第二电容器C2的一端也与第一电源供给节点NP1连接,另一端与低电位侧的电源节点NL连接。而且,第一电感器L1的一端与第一电源线PL1连接,另一端与第一电源供给节点NP1连接。

[0108] 此外,第二去耦电路140b也能够以与图12的c1相同的方式而构成。即,在这种情况下,如图12的c1所示,第二去耦电路140具有第二电感器L2、第三电容器C3、电容值与第三电容器C3不同的第四电容器C4。

[0109] 此时,第三电容器C3以及第四电容器C4被设置于向第二物理量传感器120供给电源的第二电源供给节点NP2与低电位侧的电源节点NL之间。而且,第二电感器L2被设置于第二电源线PL2与第二电源供给节点NP2之间。更具体而言,第三电容器C3的一端与第二电源供给节点NP2连接,另一端与低电位侧的电源节点NL连接。同样地,第四电容器C4的一端也与第二电源供给节点NP2连接,另一端与低电位侧的电源节点NL连接。而且,第二电感器L2的一端与第二电源线PL2连接,另一端与第二电源供给节点NP2连接。

[0110] 图12的c1所示的这种去耦电路的阻抗具有图12的c2所示的这种频率特性。在图12的c2的曲线图中,纵轴表示阻抗 $|Z|$,横轴表示频率。当像本示例这样对图11的b1所示的第一去耦电路130追加第一电感器L1时,如图12的c2所示,将能够增大阻抗 $|Z|$ 的衰减率(曲线图的倾斜度)。由此,能够使阻抗 $|Z|$ 小于所给的阈值 Z_{th} 的、从 f_{CL1} 到 f_{CH1} 的截止频带宽BW_{C1}宽于图11的b2所示的截止频带宽BW_{b1}。其结果为,如图12的c2所示,将低频率侧的截止频率 f_{CL1} 设计为接近于第一驱动频率 f_{d1} ,从而能够使第一驱动频率 f_{d1} 的谐波($3f_{d1}$ 、 $5f_{d1}$ 等)也旁通至接地。即,与图11的b1的去耦电路相比,由于能够扩宽截止频带宽,因此能够增大对驱动频率成分以及驱动频率的谐波成分向另一方的物理量传感器以及电源线流入进行抑制的效果等。另外,使用图12的c2而说明了的内容,同样也能够说明第二去耦电路140。

[0111] 而且,在图13的d1中,图示了去耦电路的其他的具体结构。如图13的c1所示那样,第一去耦电路130具有第一电感器L1、第二电感器L2、第一电容器C1、电容值与第一电容器C1不同的第二电容器C2。

[0112] 此时,第一电容器C1以及第二电容器C2被设置于第一节点N1与低电位侧的电源节点NL之间。而且,第一电感器L1被设置于第一电源线PL1与第一节点N1之间,第二电感器L2被设置于第一节点N1与向第一物理量传感器110供给电源的第一电源供给节点NP1之间。另外,如图13的d1所示,第一节点N1为第一电感器L1与第二电感器L2之间的节点。

[0113] 此外,第二去耦电路140也能够以与图13的d1相同的方式而构成。即,在这种情况下,如图13的d1所示那样,第二去耦电路140具有第三电感器L3、第四电感器L4、第三电容器C3、电容值与第三电容器C3不同的第四电容器C4。

[0114] 此时,第三电容器C3以及第四电容器C4被设置于第二节点N2与低电位侧的电源节点NL之间。而且,第三电感器L3被设置于第二电源线PL2与第二节点N2之间,第四电感器L4

被设置于第二节点N2与向第二物理量传感器120供给电源的第二电源供给节点NP2之间。另外,如图13的d1所示,第二节点N2为第三电感器L3与第四电感器L4之间的节点。

[0115] 图13的d1所示的这种去耦电路的阻抗具有图13的d2所示的这种频率特性。在图13的d2的曲线图中,纵轴表示阻抗 $|Z|$,横轴表示频率。当像本示例这样对图12的c1所示的第一去耦电路130进一步追加了第二电感器L2时,如图13的d2所示,能够增大阻抗 $|Z|$ 的衰减率(曲线图的倾斜度)。由此,能够使阻抗 $|Z|$ 小于所给的阈值 Z_{th} 的、从 f_{CL1} 到 f_{CH1} 的截止频带宽 $BWd1$ 进一步宽于图12的b2所示的截止频带宽 $BWc1$ 。其结果为,如图13的d2所示,将低频率侧的截止频率 f_{CL1} 设计为接近于第一驱动频率 f_{d1} ,从而能够使第一驱动频率 f_{d1} 的谐波($3f_{d1}$ 、 $5f_{d1}$ 、 $7f_{d1}$ 等)也旁通至接地。即,与图12的c1的去耦电路相比,由于能够进一步扩宽截止频带宽,因此能够增大对驱动频率成分以及驱动频率的谐波成分向另一方的物理量传感器以及电源线流入进行抑制的效果等。另外,使用图13的d2而说明了的内容,同样也能够说明第二去耦电路140。

[0116] 此外,对于图1所示的第三去耦电路150而言,也能够应用图11至图13所示的结构。另外,本实施方式中的去耦电路的结构并不限于图11至图13所示的结构。例如,也能够实施在图11至图13所示的电路元件之间连接有其他的元件等的改变。

[0117] 在图14的曲线图中,图示了使用上文这种去耦电路时的传感器输出信号的输出变动量的峰值间差分量 ΔV_{p-p} 。在图14的曲线图中,纵轴表示传感器输出信号的输出变动量 ΔV_{out} 的峰值间差分量 ΔV_{p-p} [V],横轴表示驱动频率差 Δfd [Hz]。此外,黑圆点为未使用去耦电路的情况的数据,白圆圈为使用了去耦电路的情况的数据。

[0118] 如图14所示,通过使用图11的b1、图12的c1、图13的d1等去耦电路,从而能够使传感器输出信号的输出变动的峰值间差分量 ΔV_{p-p} 不依赖于驱动频率差 Δfd 而减小。尤其是,在驱动频率差 Δfd 为10Hz以下的频带中,在未使用去耦电路的情况下,传感器输出信号的输出变动的峰值间差分量 ΔV_{p-p} 较大。相对于此,在使用了去耦电路的情况下,即使是驱动频率差 Δfd 为10Hz以下的频带,也能够与驱动频率差 Δfd 为10Hz以上的频带相同,也能够使输出变动的峰值间差分量 ΔV_{p-p} 减小至接近零。在这种情况下,能够得到像上述的图6的a1所示的这种传感器输出信号。

[0119] 另外,虽然在以上的实施例中示出了在同一电源电压以及同一基板上配置了两个物理量传感器的情况下,但即使在配置了三个物理量传感器的情况下也能够同样地实施,以便用于对三个轴方向的物理量进行检测。此外,即使在将角速度传感器和加速度传感器分别设置在三个轴方向上从而配置了合计六个物理量传感器的情况下,也能够同样地实施。

[0120] 3. 陀螺仪传感器

[0121] 接下来,在图15中图示了本实施方式的物理量检测系统100所具有的陀螺仪传感器510(广义而言为,物理量传感器或物理量检测装置)的详细结构例。图15的陀螺仪传感器510能够被应用于使用图2而前文叙述的第一物理量传感器110以及第二物理量传感器120中。

[0122] 陀螺仪传感器510包括振动片10和电路装置20。振动片10(广义而言为,物理量转换器、角速度传感器元件)为,由水晶等压电材料的薄板所形成的压电型振动片。具体而言,振动片10为,由Z切割的水晶基板而形成的双T字型的振动片。此外,虽然在下文中是以物理

量转换器(角速度传感器元件)为压电型的振动片(振动陀螺仪)、传感器为陀螺仪传感器的情况为示例来进行说明的,但本发明并不限定于此。例如本发明也能够被应用于由硅基板等形成的静电电容检测方式的振动陀螺仪、或者对与角速度信息等效的物理量或角速度信息以外的物理量进行检测的物理量转换器等中。

[0123] 而且,电路装置20包括驱动电路30、检测电路60、控制部310、寄存器部320。另外,能够实施省略这些结构要素的一部分、或追加其他的结构要素等各种改变。

[0124] 驱动电路30输出驱动信号DQ而对振动片10进行驱动。例如,通过从振动片10接收反馈信号DI并输出与之相对应的驱动信号DQ,从而使振动片10激振。而且,检测电路60从通过驱动信号DQ而被驱动的振动片10接收检测信号IQ1、IQ2(检测电流、电荷),并根据检测信号IQ1、IQ2而对与被施加于振动片10上的物理量相应的所需信号(科里奥利力信号)进行检测(提取)。

[0125] 振动片10具有基部1、连结臂2、3、驱动臂4、5、6、7、检测臂8、9。如图15所示那样,检测臂8、9相对于矩形形状的基部1而向+Y轴方向、-Y轴方向延伸。此外,连结臂2、3相对于基部1而向-X轴方向、+X轴方向延伸。并且,驱动臂4、5相对于连结臂2而向+Y轴方向、-Y轴方向延伸,驱动臂6、7相对于连结臂3而向+Y轴方向、-Y轴方向延伸。另外,图15所示的X轴、Y轴、Z轴表示振动方向的轴。

[0126] 来自驱动电路30的驱动信号DQ被输入到设置于驱动臂4、5的上表面的驱动电极和设置于驱动臂6、7的侧面的驱动电极中。此外,来自设置于驱动臂4、5的侧面的驱动电极和设置于驱动臂6、7的上表面的驱动电极的信号,作为反馈信号DI而被输入到驱动电路30中。此外,来自设置于检测臂8、9的上表面的检测电极的信号,作为检测信号IQ1、IQ2而被输入到检测电路60中。另外,设置于检测臂8、9的侧面的共同电极例如被接地。

[0127] 当通过驱动电路30而施加有交流的驱动信号DQ时,驱动臂4、5、6、7通过反压电效果而实施箭头标记A所示这样的弯曲振动(激励振动)。即,实施驱动臂4、6的顶端反复进行互相接近与远离且驱动臂5、7的顶端也反复进行互相接近与远离的弯曲振动。此时,由于驱动臂4、5和驱动臂6、7实施相对于穿过基部1的重心位置的Y轴而呈线对称的振动,因此基部1、连结臂2、3、检测臂8、9几乎不振动。

[0128] 在该状态下,当对振动片10施加有以Z轴为旋转轴的角速度时(当振动片10围绕Z轴进行旋转时),因科里奥利力而使驱动臂4、5、6、7像箭头标记B所示那样进行振动。即,通过使与箭头标记A的方向和Z轴的方向正交的箭头标记B的方向的科里奥利力作用于驱动臂4、5、6、7上,从而产生箭头标记B的方向上的振动成分。该箭头标记B的振动经由连结臂2、3而传到基部1上,从而使检测臂8、9在箭头标记C的方向上实施弯曲振动。通过由该检测臂8、9的弯曲振动形成的压电效果所产生的电荷信号,作为检测信号IQ1、IQ2而被输入到检测电路60中。在此,驱动臂4、5、6、7的箭头标记B的振动为相对于基部1的重心位置的圆周方向上的振动,检测臂8、9的振动为在圆周方向上与箭头标记B为相反方向的箭头标记C的方向上的振动。因此,检测信号IQ1、IQ2成为相对于驱动信号DQ而相位偏移90度的信号。

[0129] 例如,如果将围绕Z轴的振动片10(陀螺仪传感器)的角速度设为 ω 、将质量设为m、将振动速度设为v,则科里奥利力被表现为 $F_c = 2m \cdot v \cdot \omega$ 。因此,检测电路60通过对作为与科里奥利力相对应的信号即所需信号进行检测,从而能够求出角速度 ω 。

[0130] 此外,控制部310实施电路装置20的控制处理。该控制部310能够通过逻辑电路(门

阵列等)或处理器等来实现。电路装置20中的各种开关控制或模式设定等通过该控制部310而被实施。另外,虽然在图15中图示了振动片10为双T字型的情况下的示例,但本实施方式的振动片10并不限于这种结构。例如,也可以为音叉型、H型等。此外,振动片10的压电材料也可以为水晶以外的陶瓷或硅等材料。

[0131] 4. 电路装置的详细结构

[0132] 接下来,在图16中图示了电路装置20的驱动电路30以及检测电路60的详细结构例。

[0133] 驱动电路30包括被输入有来自振动片10的反馈信号DI的放大电路31、实施自动增益控制的增益控制电路32和向振动片10输出驱动信号DQ的驱动信号输出电路33。此外,还包括向检测电路60输出同步信号SYC的同步信号输出电路34。

[0134] 放大电路31(I/V转换电路)对来自振动片10的反馈信号DI进行放大。例如将来自振动片10的电流的信号DI转换为电压的信号DV并输出。该放大电路31能够通过运算放大器、反馈电阻元件、反馈电容器等来实现。

[0135] 驱动信号输出电路33根据放大电路31的放大后的信号DV,而输出驱动信号DQ。例如,在驱动信号输出电路33输出矩形波(或正弦波)的驱动信号的情况下,驱动信号输出电路33能够通过比较器等来实现。

[0136] 增益控制电路32(AGC)向驱动信号输出电路33输出控制电压SS,从而对驱动信号DQ的振幅进行控制。具体而言,增益控制电路32对信号DV进行监视,并对振荡环路的增益进行控制。例如,在驱动电路30中,为了将陀螺仪传感器的灵敏度保持为固定,而需要将向振动片10(驱动用振动片)供给的驱动电压的振幅保持为固定。因此,在驱动振动系统的振荡环路内设置有用于对增益进行自动调节的增益控制电路32。增益控制电路32以可变的方式对增益进行自动调节,以使来自振动片10的反馈信号DI的振幅(振动片的振动速度v)固定。该增益控制电路32能够通过对放大电路31的输出信号DV进行全波整流的全波整流器或实施全波整流器的输出信号的积分处理的积分器等来实现。

[0137] 此外,同步信号输出电路34接收放大电路31的放大后的信号DV,并将同步信号SYC(参照信号)向检测电路60输出。该同步信号输出电路34能够通过实施正弦波(交流)的信号DV的二值化处理而生成矩形波的同步信号SYC的比较器、或实施同步信号SYC的相位调节的相位调节电路(移相器)等来实现。

[0138] 此外,虽然在图16中未图示,但在电路装置20中也能够设置有时钟信号生成电路,所述时钟信号生成电路生成成为A/D转换电路64、DSP部65、控制部310等的主时钟的时钟信号MCK。虽然该时钟信号生成电路例如可利用CR振荡电路等来生成时钟信号MCK,但本实施方式并不限于此。

[0139] 接下来,检测电路60包括放大电路61、同步检波电路62、滤波器部63、A/D转换电路64、DSP部65。

[0140] 放大电路61接收来自振动片10的第一、第二检测信号IQ1、IQ2,并实施电荷-电压转换、差动的信号放大或增益调节等。同步检波电路62根据来自驱动电路30的同步信号SYC而实施同步检波。滤波器部63(低通滤波器)作为A/D转换电路64的前置滤波器而发挥功能。此外,滤波器部63也作为对未被同步检波除尽的无用信号进行衰减的电路而发挥功能。A/D转换电路64实施同步检波后的信号的A/D转换。DSP部65对来自A/D转换电路64的数字信号

实施数字滤波处理或数字补正处理等数字信号处理。作为数字补正处理，例如存在有零点补正处理或灵敏度补正处理等。例如，作为来自振动片10的电荷信号（电流信号）的检测信号IQ1、IQ2相对于作为电压信号的驱动信号DQ而言相位滞后90度。而且，在放大电路61的Q/V转换电路等中相位滞后90度。因此，放大电路61的输出信号相对于驱动信号DQ而言相位滞后180度。因此，例如通过使用与驱动信号DQ(DV)同相的同步信号SYC来进行同步检波，从而能够去除相对于驱动信号DQ而言相位滞后90度的无用信号等。

[0141] 另外，驱动电路30以及检测电路60的结构并不限于图16，能够实施省略这些结构要素的一部分、或追加其他的结构要素等各种改变。

[0142] 5. 电子设备以及移动体

[0143] 接下来，在图17中图示了包括本实施方式的物理量检测系统100的电子设备500或移动体的详细结构例。

[0144] 电子设备500包括物理量检测系统100和处理部520。此外，电子设备500能够包括存储器530、操作部540、显示部550。通过CPU、MPU等而实现的处理部520（外部的处理装置），实施物理量检测系统100等的控制或电子设备500的整体控制。此外，处理部520根据由物理量检测系统100检测出的角速度信息（广义而言为物理量）来实施处理。例如，处理部520根据所取得的角速度信息，而实施用于手抖补正、姿态控制、或者GPS自主导航等的处理。此外，存储器530（ROM、RAM等）对控制程序或各种数据进行存储、或者作为工作区域或数据存储区域而发挥功能。操作部540为用于用户对电子设备500进行操作的部件，显示部550向用户显示各种信息。

[0145] 另外，电子设备500、移动体并不限于图17的结构，也能够实施省略其结构要素的一部分或追加其他的结构要素等各种改变。此外，作为本实施方式的电子设备500，而能够假想到数字照相机、摄像机、智能电话、便携式电话机、汽车导航装置系统、机器人、生物体信息检测装置、游戏机、时钟、健康器具、或者便携型信息终端等各种设备。

[0146] 接下来，在图18的e1中图示了包含本实施方式的物理量检测系统100的移动体的示例。本实施方式的物理量检测系统100，例如能够被组装在车辆、飞行器、摩托车、自行车、或者船舶等各种移动体上。移动体为，例如具备发动机或电机等驱动机构、方向盘或舵等转向机构、各种电子设备并且在地面、天空、海上移动的设备和装置。在图18的e1中概要地图示了作为移动体的具体例的汽车206。在汽车206中组装有具有陀螺仪传感器510（传感器）的物理量检测系统100。陀螺仪传感器510能够对车身207的姿态进行检测。陀螺仪传感器510的检测信号被供给至车身姿态控制装置208。车身姿态控制装置208例如能够根据车身207的姿态而对悬架的软硬进行控制或对各个车轮209的制动器进行控制。此外，这种姿态控制也能够被利用在双足行走机器人或航空器、直升机等的各种移动体中。在实现姿态控制时能够组装有物理量检测系统100。

[0147] 如图18的e2或e3所示，本实施方式的物理量检测系统100能够应用于数字照相机或生物体信息检测装置（可佩戴健康设备。例如脉搏仪、计步器、活动量仪等）等的各种电子设备。例如，在数字照相机中能够实施使用了陀螺仪传感器或加速度传感器的手抖补正等。此外，在生物体信息检测装置中，能够使用陀螺仪传感器或加速度传感器而对用户的身体运动进行检测或对运动状态进行检测。

[0148] 此外，如图18的e4所示，本实施方式的物理量检测系统100也能够应用于机器人的

可动部(手臂、关节)或主体部中。机器人能够假想为移动体(行驶或步行机器人)、电子设备(非行驶或非步行机器人)中的任意一种。在行驶或步行机器人的情况下,例如能够在自主行驶中利用本实施方式的物理量检测系统100。

[0149] 另外,虽然如上文所述对本实施方式进行了详细说明,但本领域技术人员能够容易地理解到可以实施实质上不脱离本发明的新事项以及效果的多种改变。因此,这种改变例全部被包含在本发明的范围内。例如,在说明书或附图中,至少一次与更广义或同义的不同的用语一起记载的用语,在说明书或附图的任意位置处均能够被替换为该不同的用语。此外,物理量检测系统、电子设备以及移动体的结构、振动片的结构等也不限定于在本实施方式中所说明的结构,而能够实施各种改变。

[0150] 符号说明

[0151] 1…基部;2…连结臂;3…连结臂;4…驱动臂;5…驱动臂;6…驱动臂;7…驱动臂;8…检测臂;9…检测臂;10…物理量转换器(振动片);20…电路装置;30…驱动电路;31…放大电路(I/V转换电路);32…增益控制电路;33…驱动信号输出电路;34…同步信号输出电路;60…检测电路;61…放大电路;62…同步检波电路;63…滤波器部;64…A/D转换电路;65…DSP部;100…物理量检测系统;110…第一物理量传感器;111…第一物理量转换器;113…第一驱动电路;115…第一检测电路;120…第二物理量传感器;121…第二物理量转换器;123…第二驱动电路;125…第二检测电路;130…第一去耦电路;140…第二去耦电路;150…第三去耦电路;206…汽车;207…车身;208…车身姿态控制装置;209…车轮;310…控制部;320…寄存器部;500…电子设备;510…陀螺仪传感器;520…处理部;530…存储器;540…操作部;550…显示部。

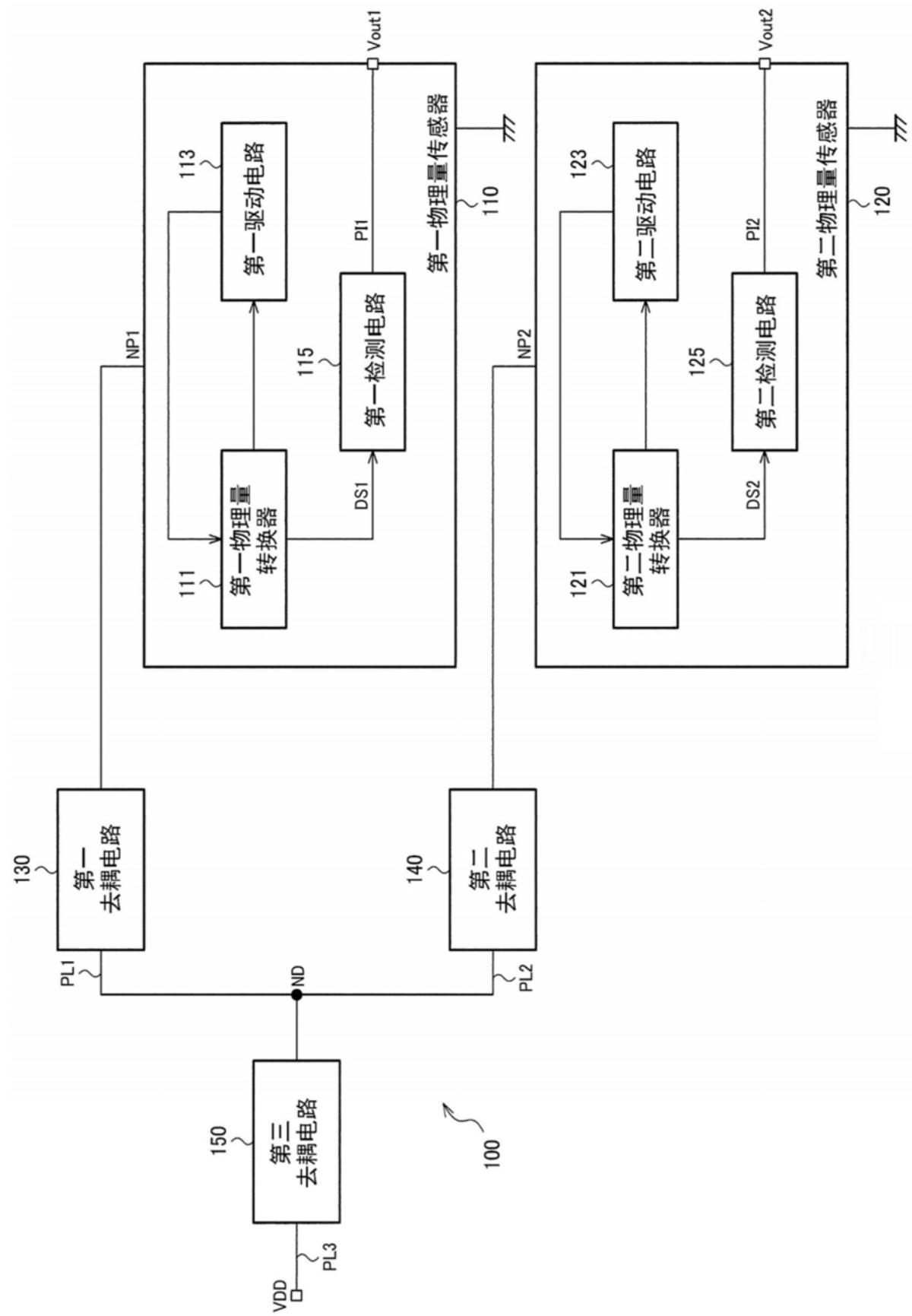


图1

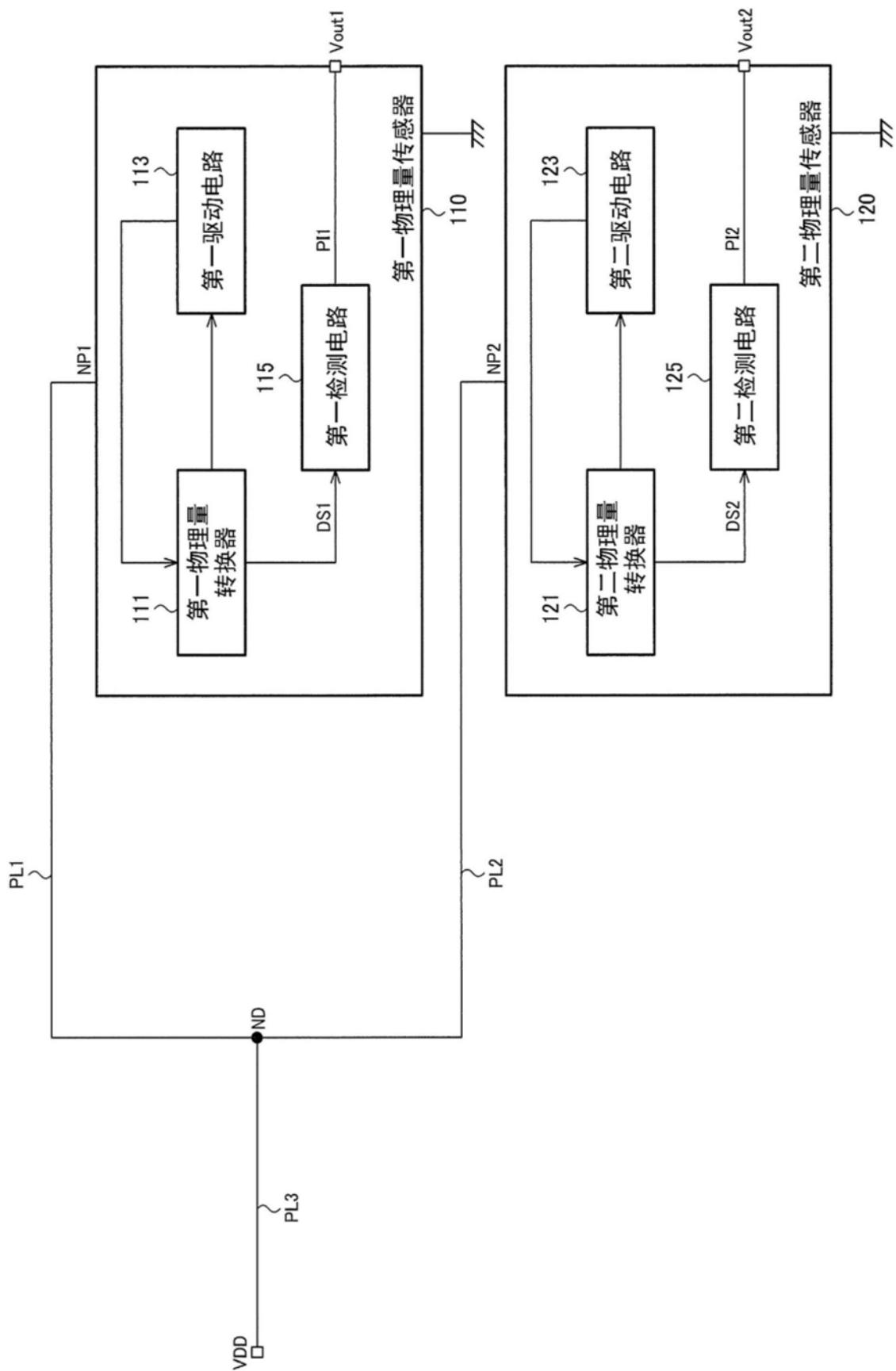


图2

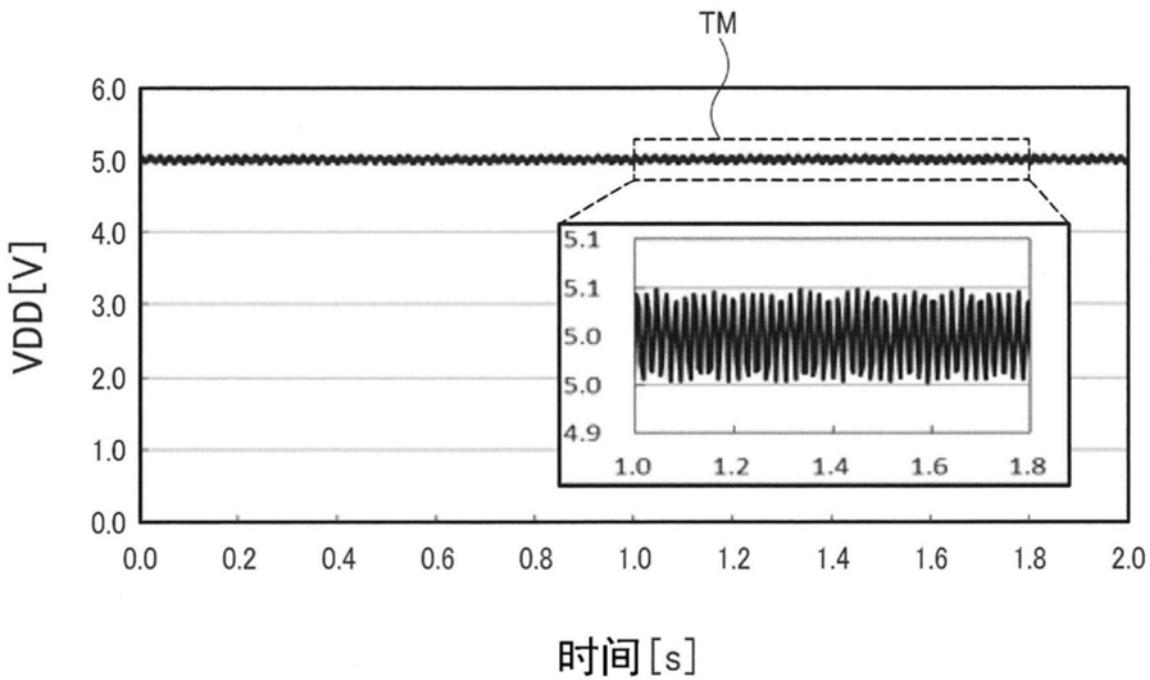


图3

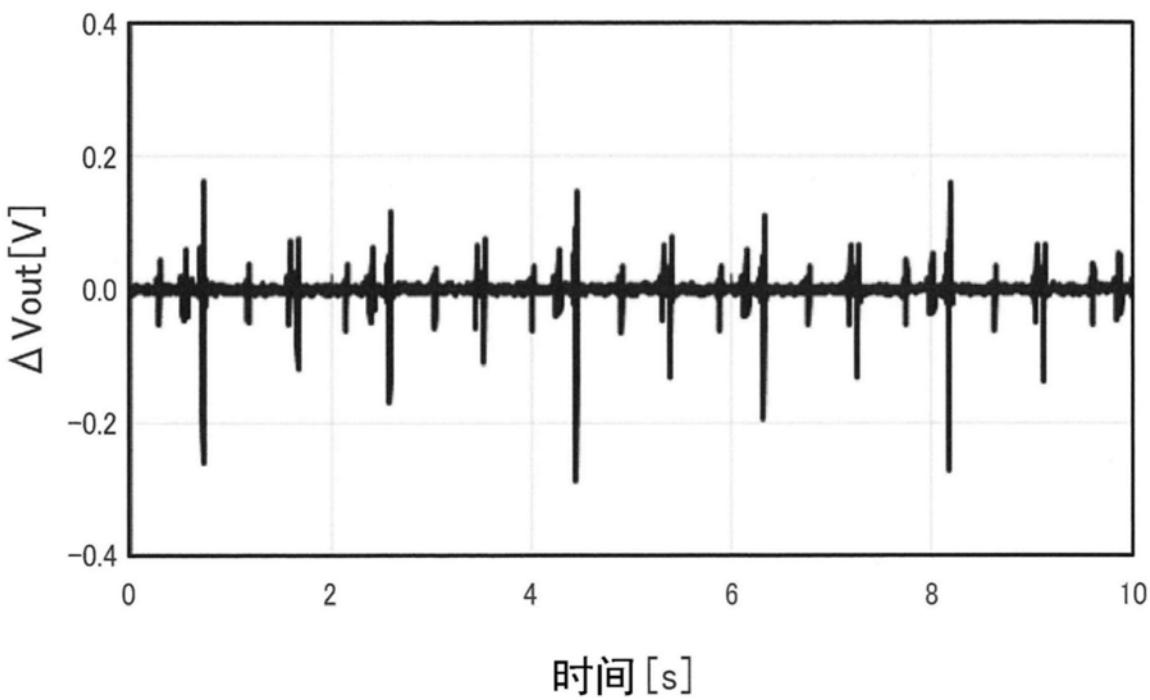


图4

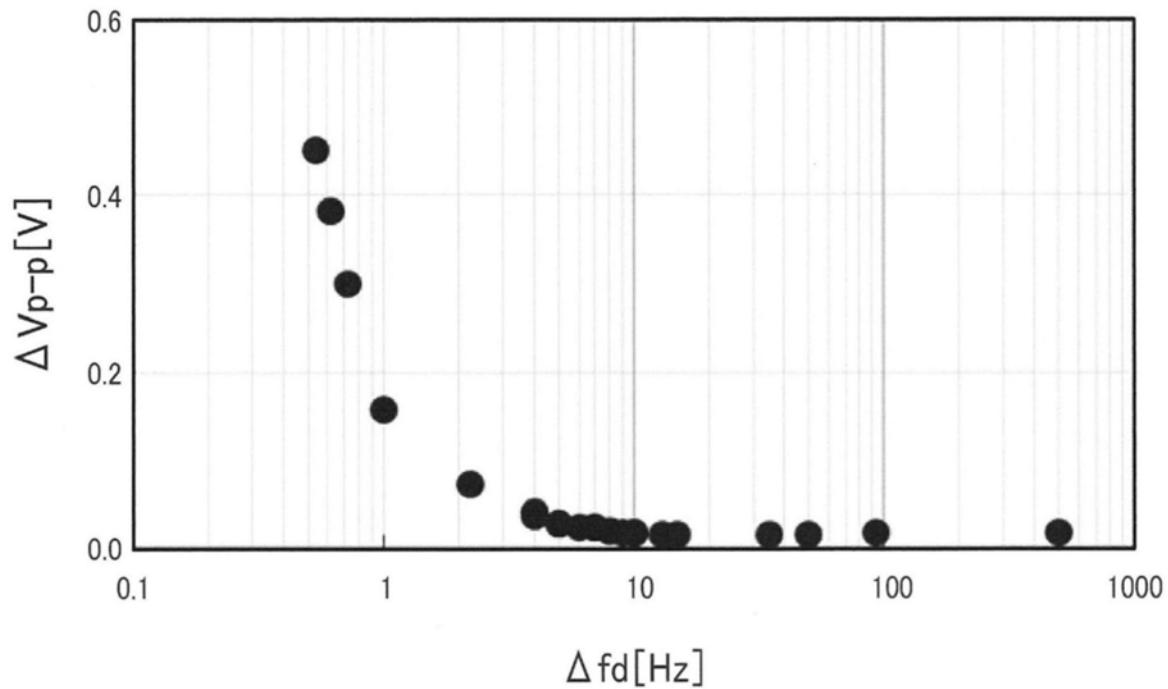


图5

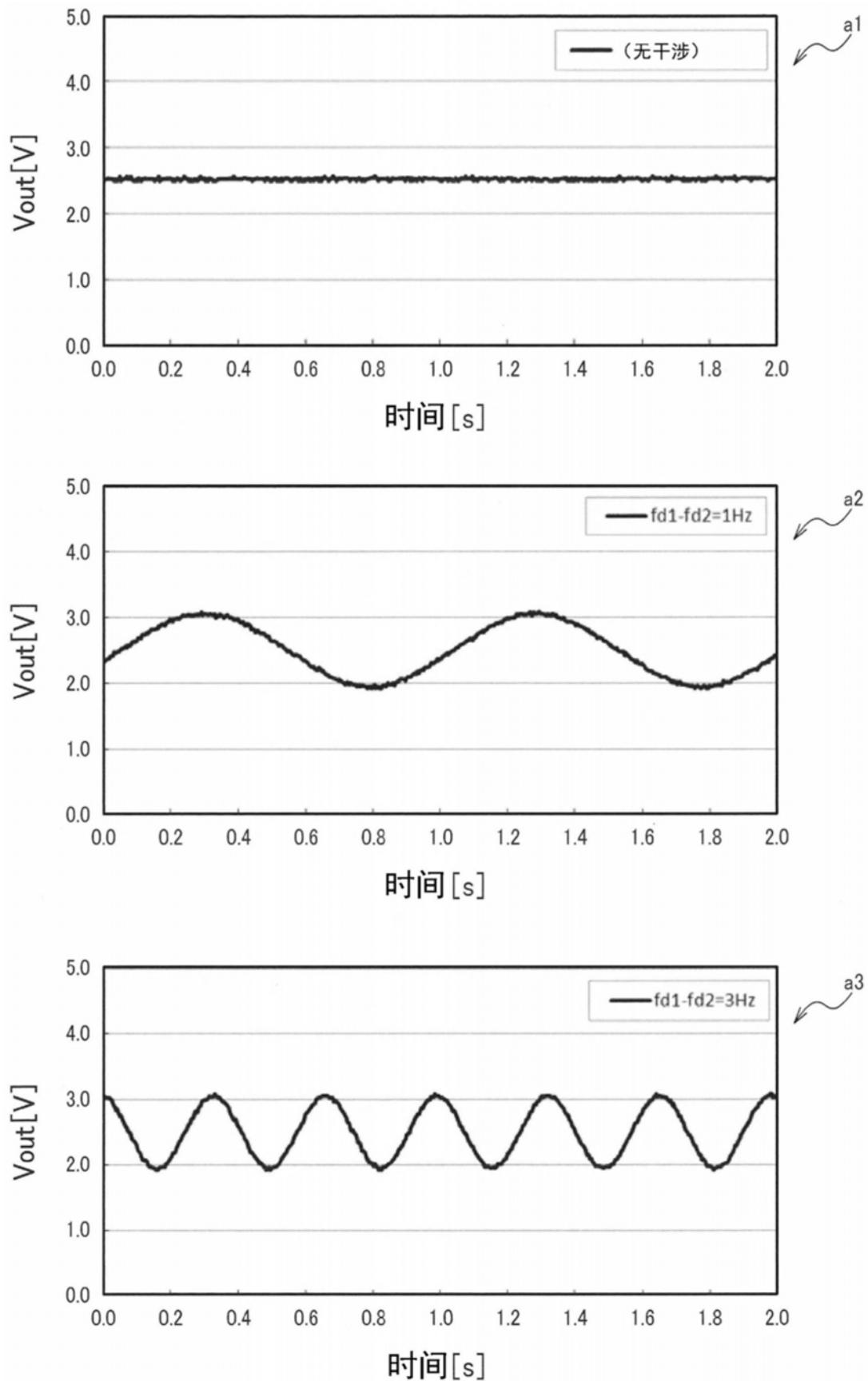


图6

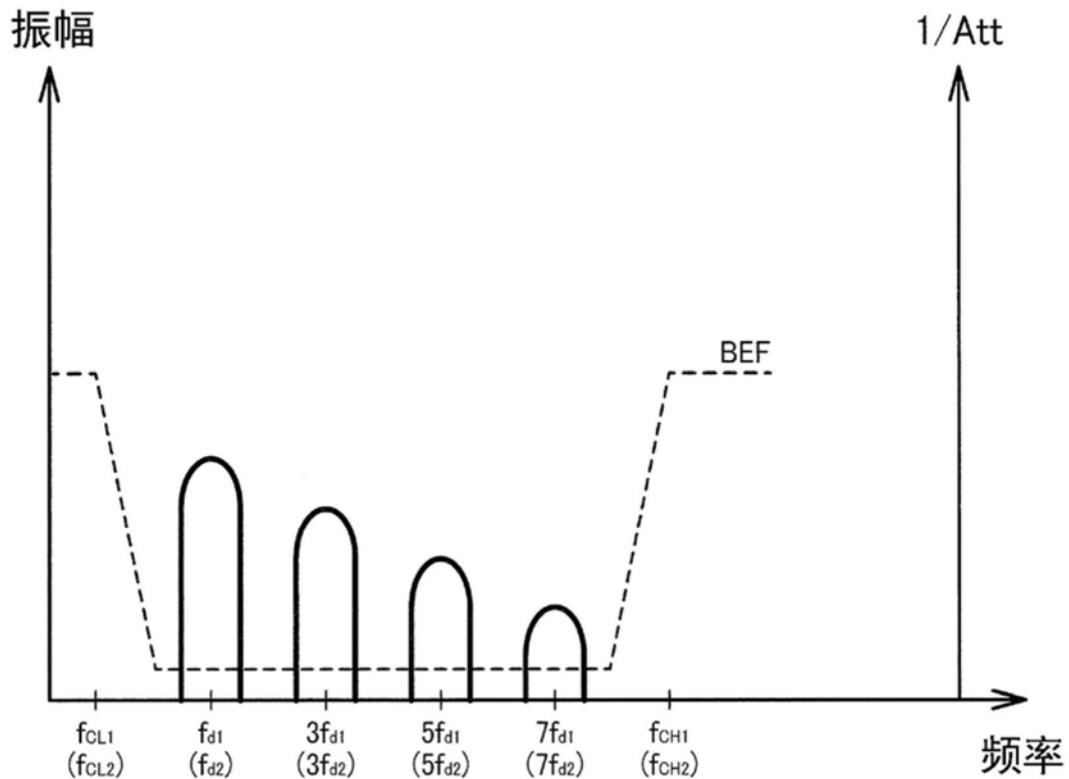


图7

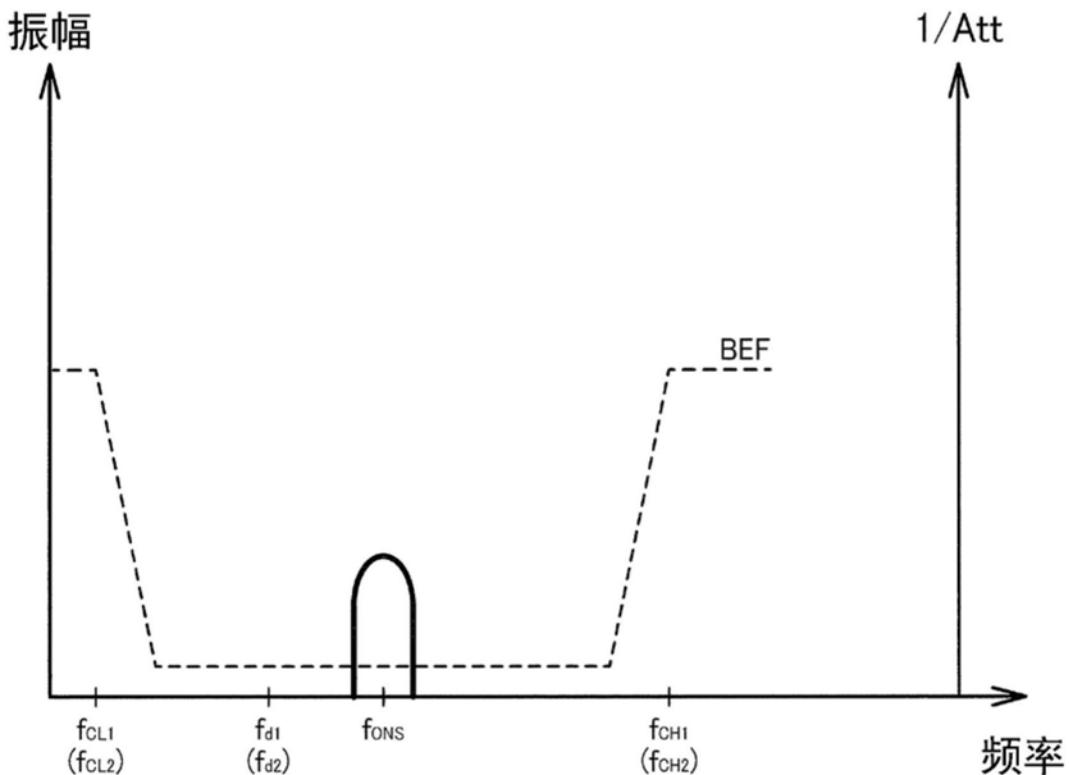


图8

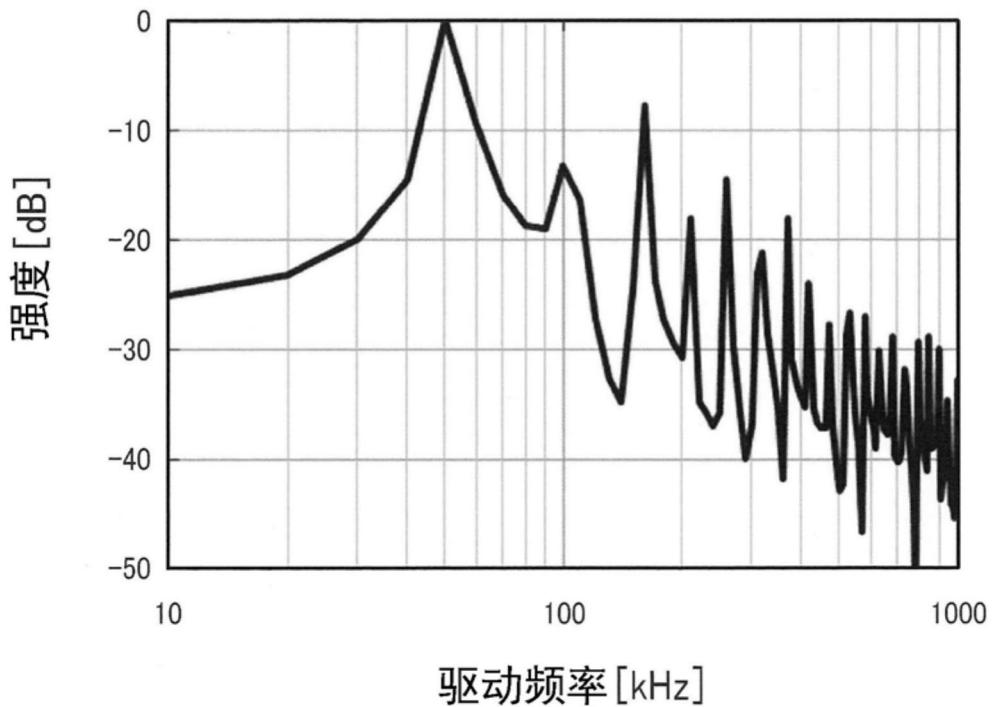


图9

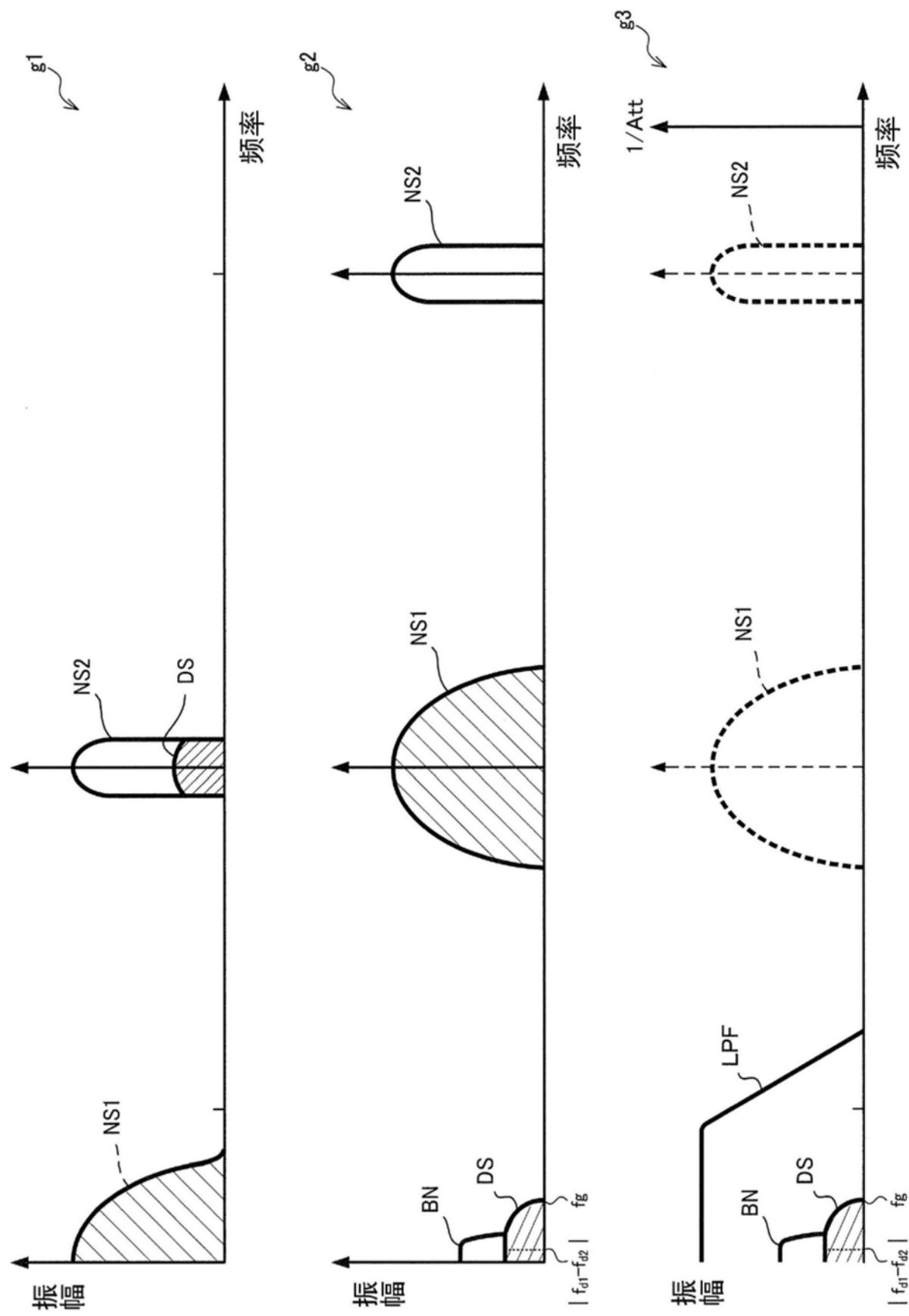


图10

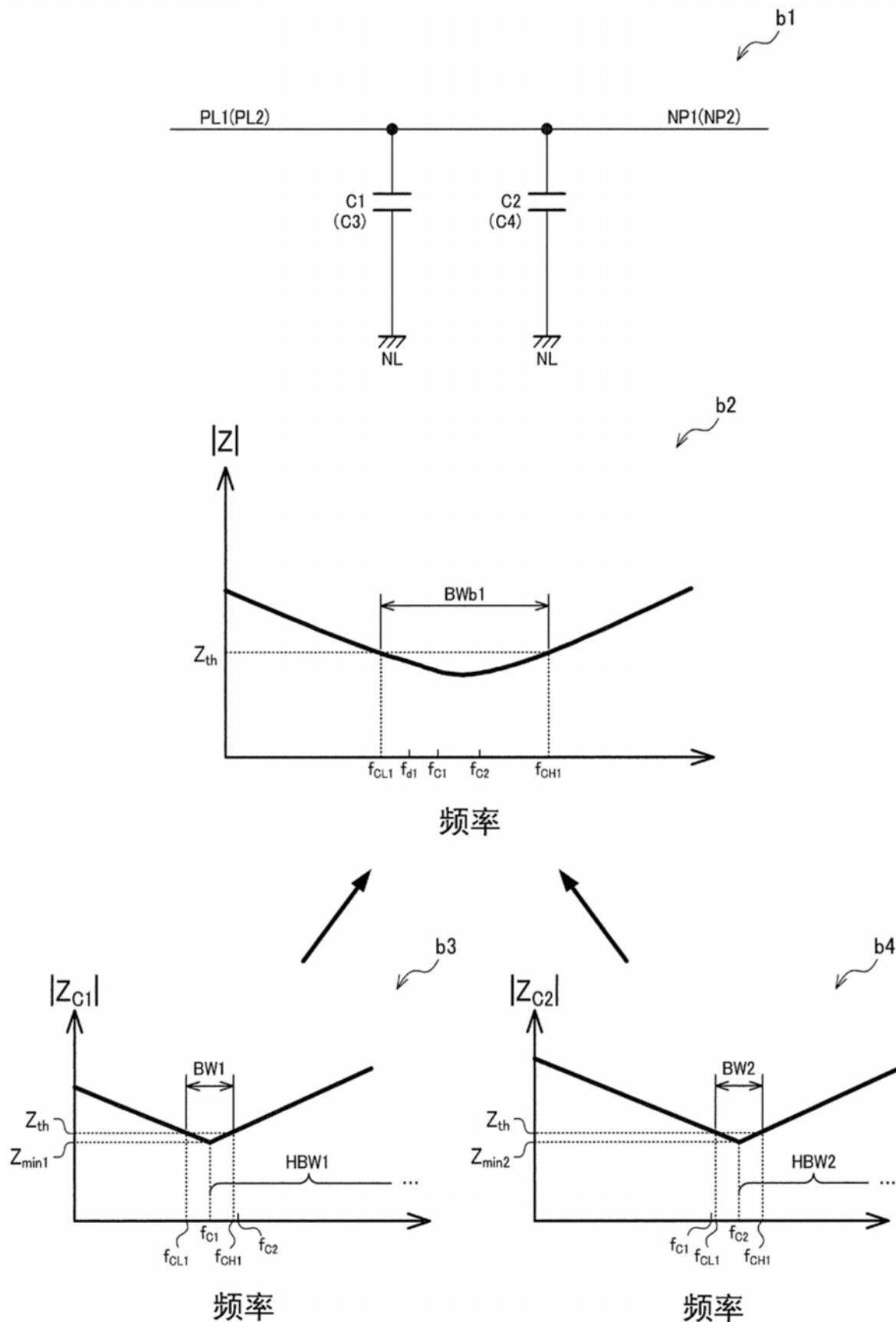


图11

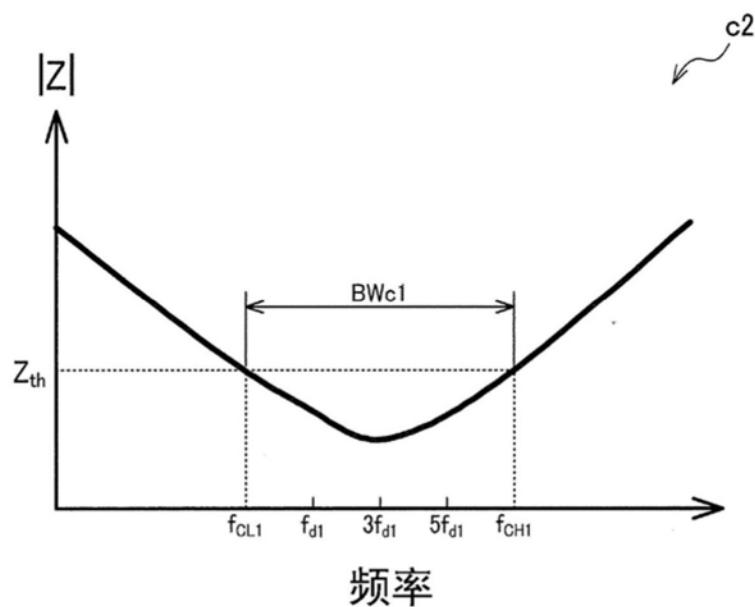
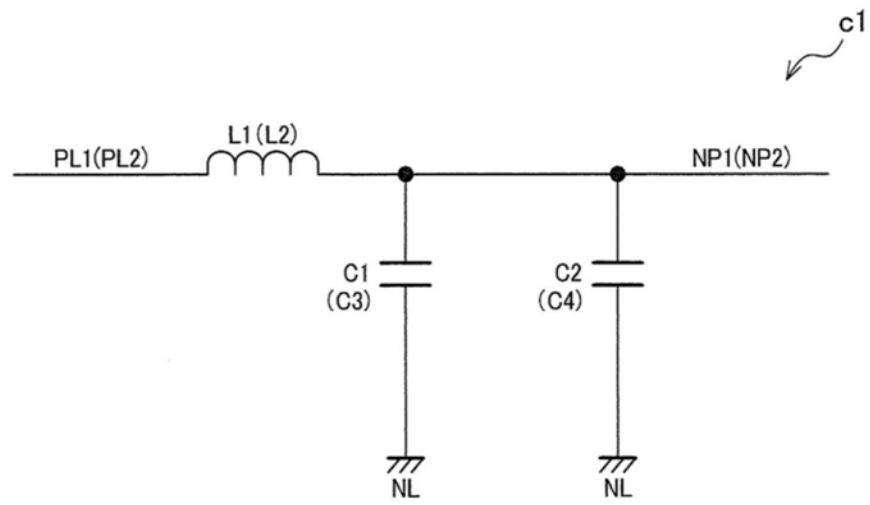


图12

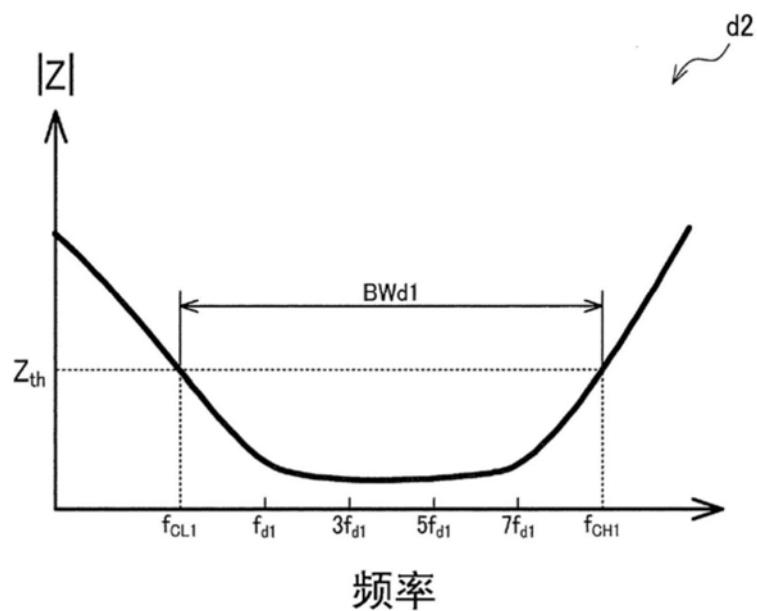
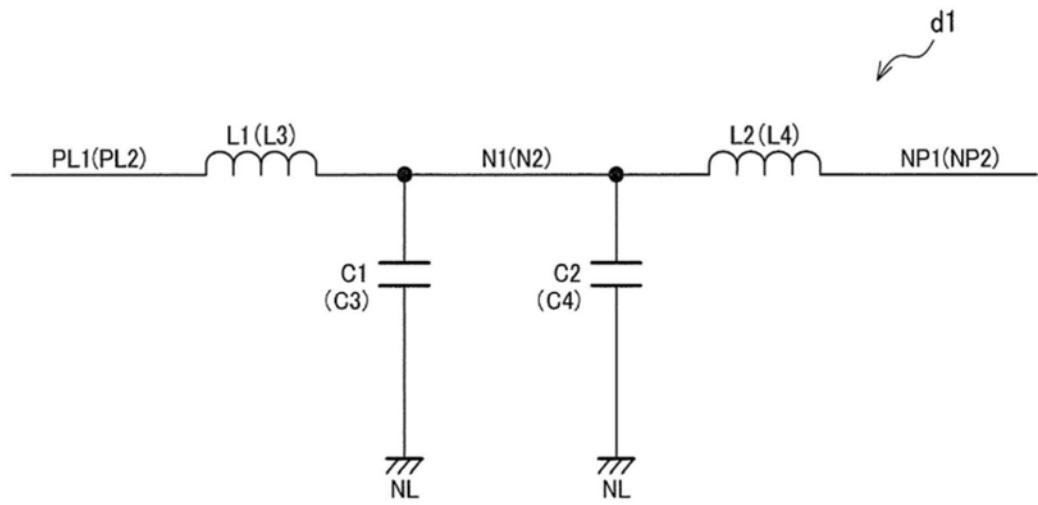


图13

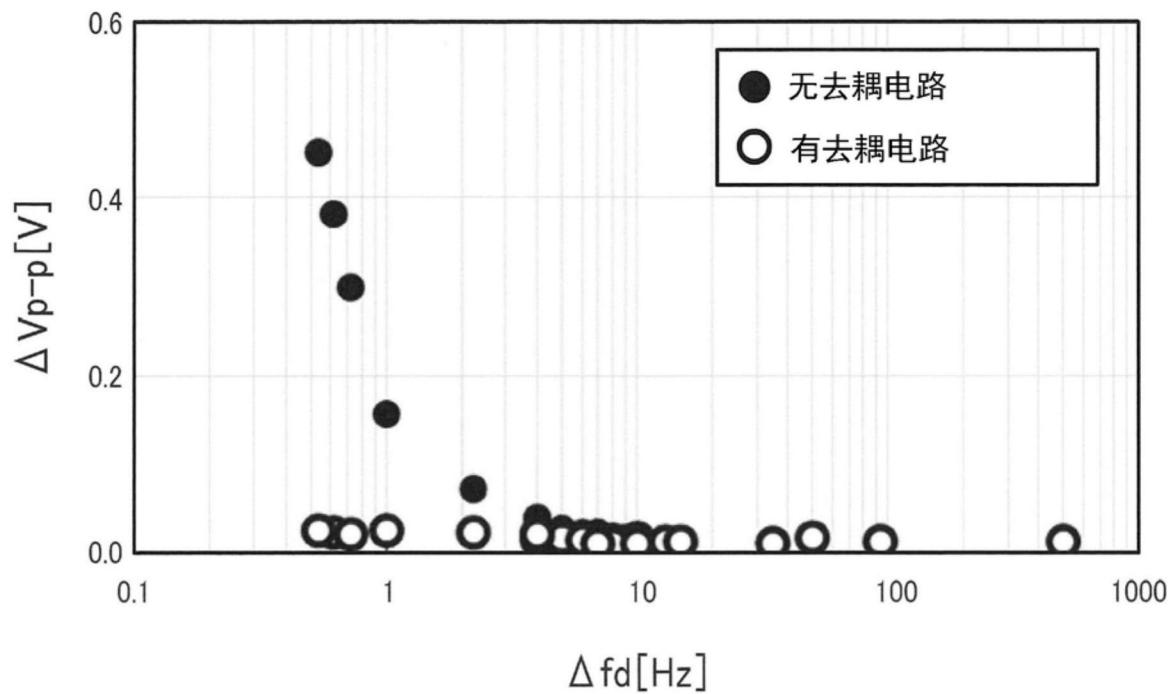


图14

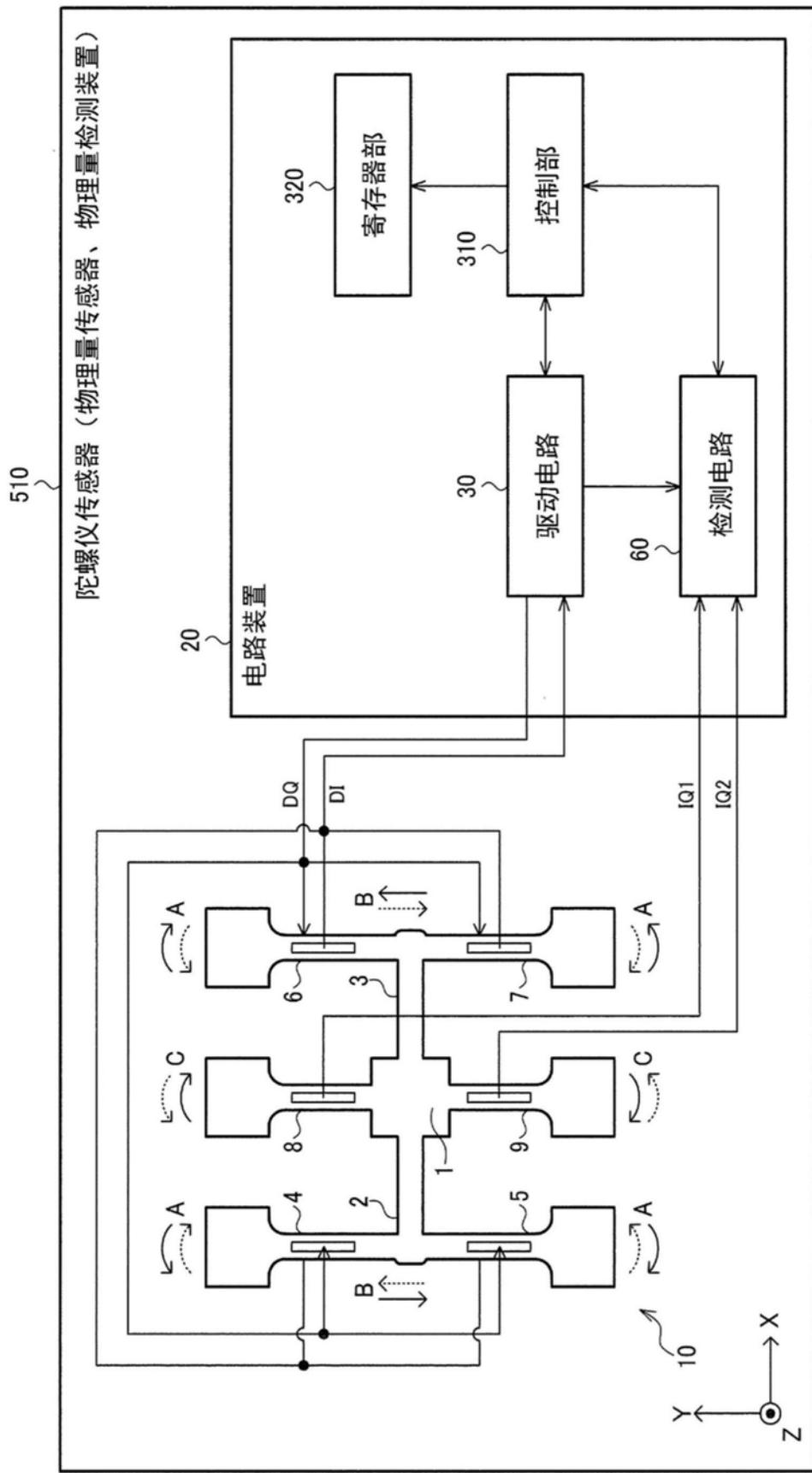


图15

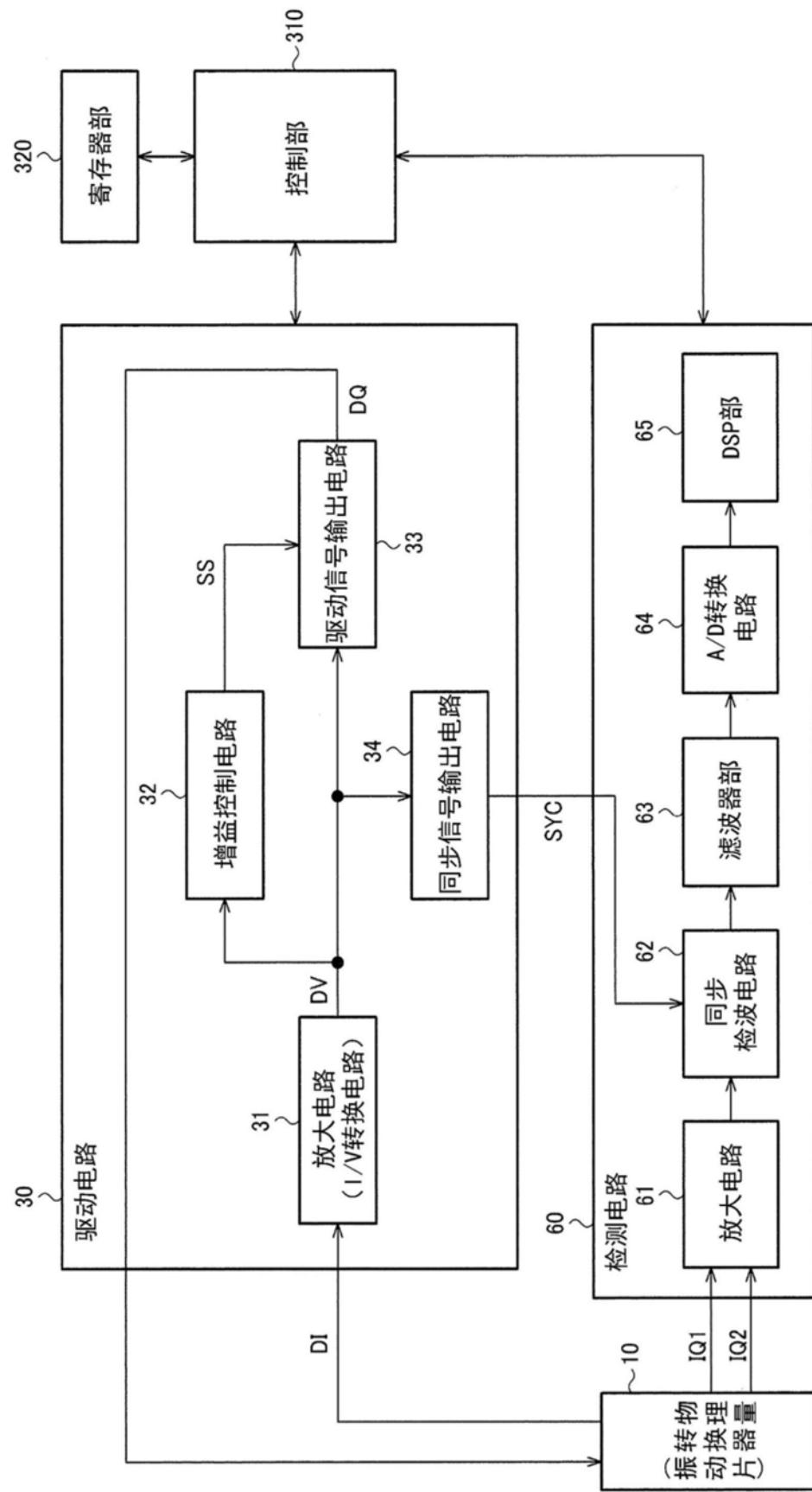


图16

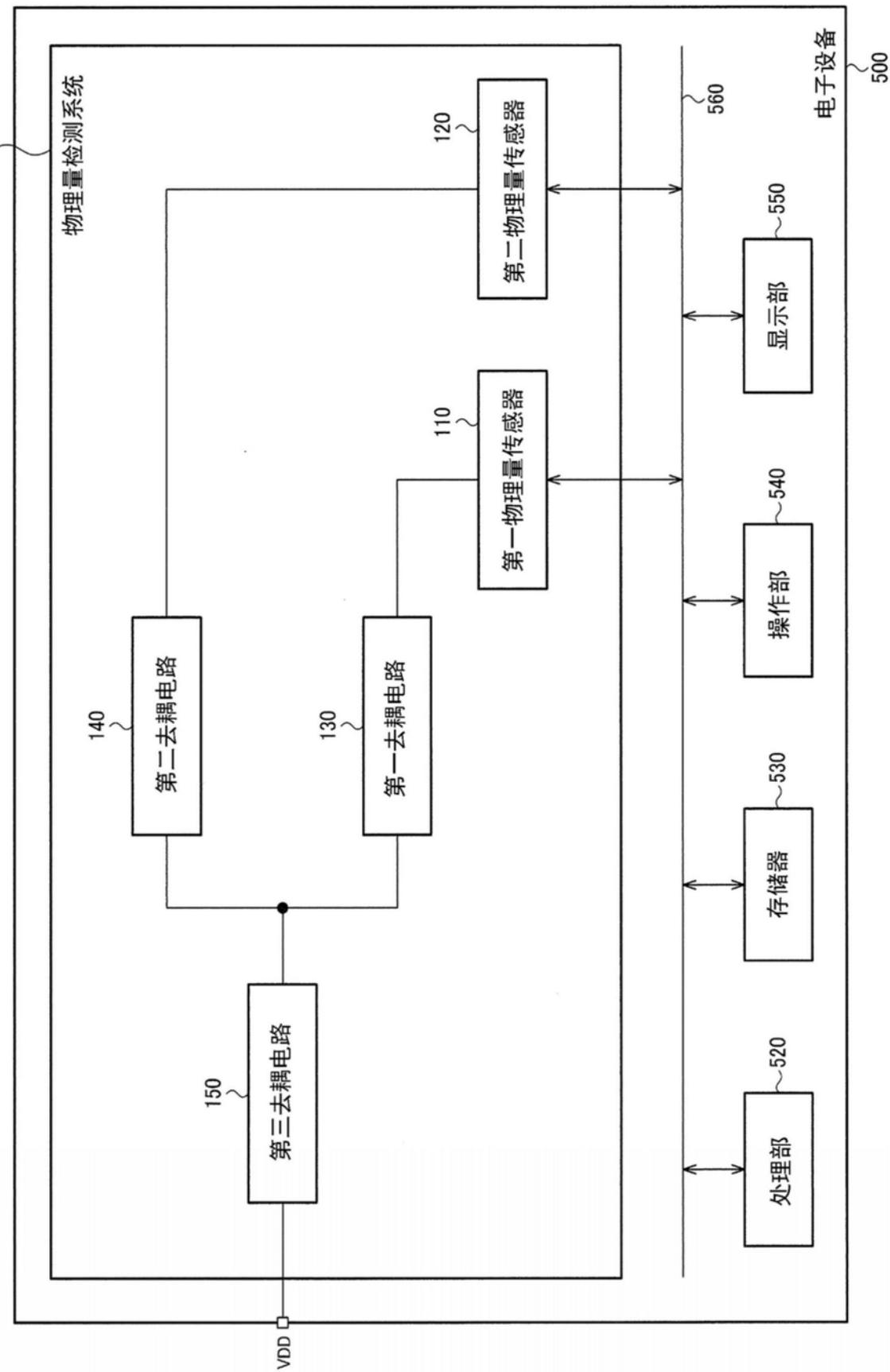


图17

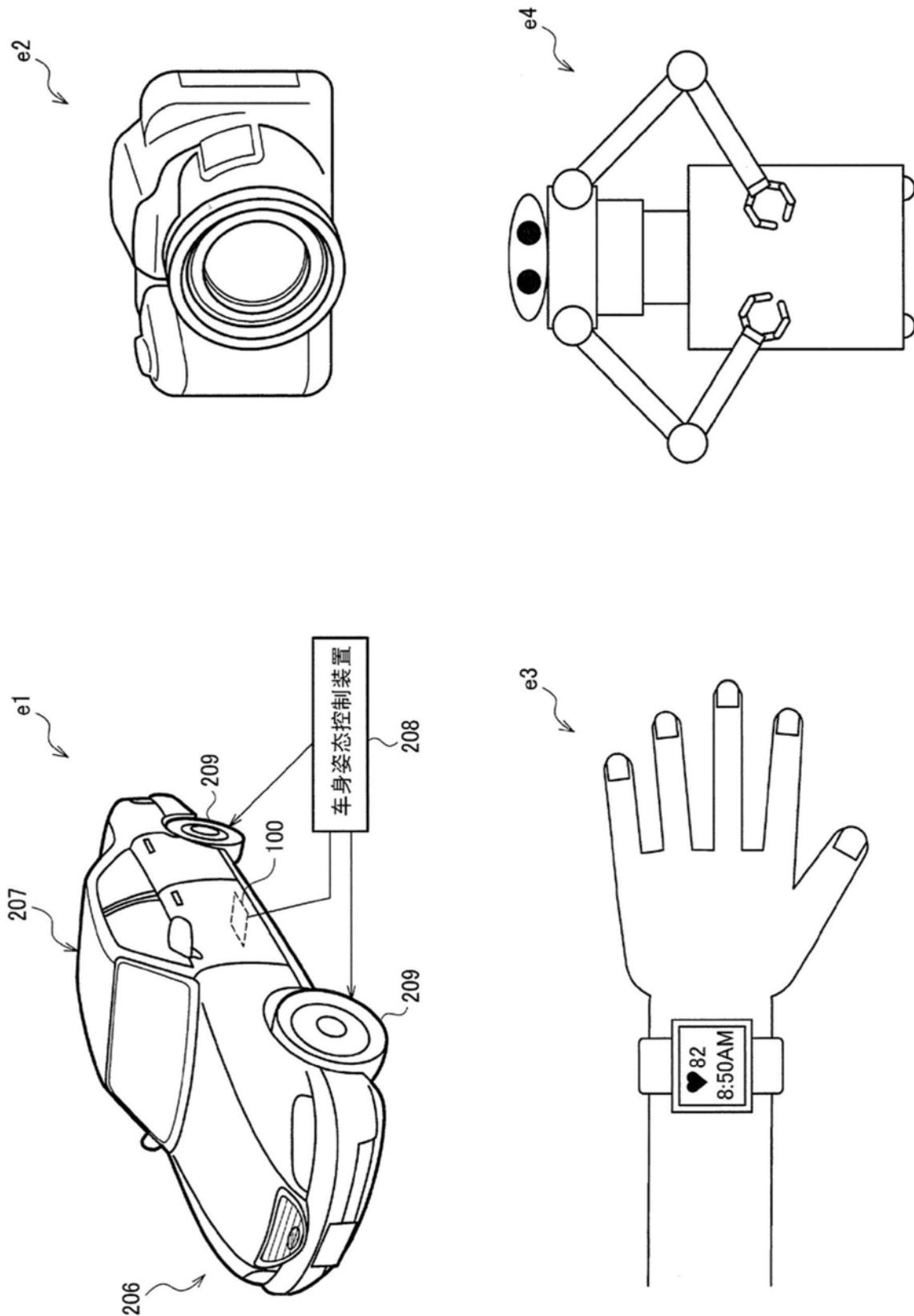


图18