



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104949666 B

(45)授权公告日 2018.07.13

(21)申请号 201510130881.3

(22)申请日 2015.03.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104949666 A

(43)申请公布日 2015.09.30

(30)优先权数据

2014-060375 2014.03.24 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 西泽竜太 中川啓史 山口啓一

松尾敦司 市川史生

(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

(51)Int.Cl.

G01C 19/5642(2012.01)

G01C 19/5649(2012.01)

(56)对比文件

US 5197331 A, 1993.03.30, 全文.

US 2008/0223138 A1, 2008.09.18, 全文.

JP 特开2011-196823 A, 2011.10.06, 全文.

CN 103308042 A, 2013.09.18, 全文.

CN 102954792 A, 2013.03.06, 全文.

审查员 陈丹华

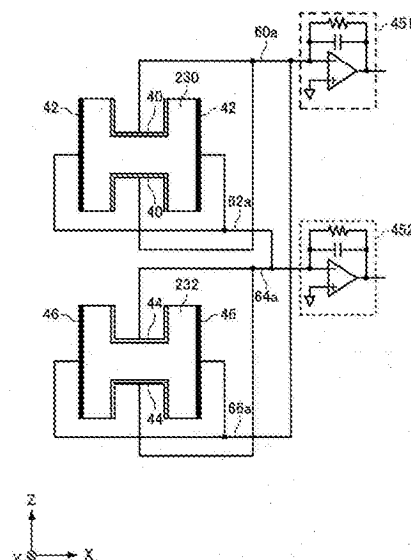
权利要求书2页 说明书24页 附图22页

(54)发明名称

物理量检测装置、电子设备及移动体

(57)摘要

本发明提供物理量检测装置、电子设备及移动体。物理量检测装置包括振动元件和电荷放大器。振动元件包括第一检测电极、第二检测电极、第三检测电极以及第四检测电极。第一检测电极与第四检测电极的电极性相同，第二检测电极与第三检测电极的电极性相同，第一检测电极与第二检测电极的电极性相反。第一检测电极和第四检测电极被连接于电荷放大器，第二检测电极和第三检测电极被连接于电荷放大器。



1. 一种物理量检测装置,其包括:

物理量检测元件,其上设置有第一检测电极、第二检测电极、第三检测电极以及第四检测电极;

第一电流/电压转换部;

第二电流/电压转换部,

所述第一检测电极与所述第四检测电极的电极性相同,所述第二检测电极与所述第三检测电极的电极性相同,所述第一检测电极与所述第二检测电极的电极性相反,

所述第一检测电极与所述第四检测电极连接于所述第一电流/电压转换部的运算放大器的反转输入端子,

所述第二检测电极与所述第三检测电极连接于所述第二电流/电压转换部的运算放大器的反转输入端子。

2. 如权利要求1所述的物理量检测装置,其中,

所述物理量检测元件的所述第一检测电极与所述第二检测电极之间设置有压电部件,

所述物理量检测元件的所述第三检测电极与所述第四检测电极之间设置有压电部件。

3. 如权利要求1所述的物理量检测装置,其中,

所述物理量检测元件包括:

驱动电极;

固定电位布线,其在所述驱动电极与所述第一检测电极之间、所述驱动电极与所述第二检测电极之间、所述驱动电极与所述第三检测电极之间以及所述驱动电极与所述第四检测电极之间中的至少一个位置处被设置。

4. 如权利要求1至3中任意一项所述的物理量检测装置,其中,

所述物理量检测元件包括第一振动臂以及第二振动臂,

所述第一检测电极以及所述第二检测电极被设置于所述第一振动臂上,

所述第三检测电极以及所述第四检测电极被设置于所述第二振动臂上。

5. 如权利要求1至3中任意一项所述的物理量检测装置,其中,

所述物理量检测元件包括第一振动臂,

所述第一检测电极、所述第二检测电极、所述第三检测电极以及所述第四检测电极设置于所述第一振动臂。

6. 如权利要求1至3中任意一项所述的物理量检测装置,其中,

所述物理量检测元件包括:

基部;

第一连结臂以及第二连结臂,其从所述基部起沿第一轴而朝向互为相反的方向延伸出;

第一驱动振动臂以及第二驱动振动臂,其从所述第一连结臂起沿与所述第一轴正交的第二轴而朝向互为相反的方向延伸出;

第三驱动振动臂以及第四驱动振动臂,其从所述第二连结臂起沿所述第二轴而朝向互为相反的方向延伸出;

第一检测振动臂以及第二检测振动臂,其从所述基部起沿所述第二轴而朝互为相反的方向延伸出,

所述第一检测电极以及所述第二检测电极被设置于所述第一检测振动臂上，
所述第三检测电极以及所述第四检测电极设置于所述第二检测振动臂上。

7. 如权利要求1至3中任意一项所述的物理量检测装置，其中，
所述物理量检测元件包括：

基部；

第一驱动振动臂以及第二驱动振动臂，其沿第一轴并排配置，并从所述基部起沿与
所述第一轴正交的第二轴延伸出；

第一检测振动臂以及第二检测振动臂，其沿所述第一轴并排配置，并从所述基部起朝
向与所述第一驱动振动臂以及所述第二驱动振动臂的延伸方向相反的方向延伸出，

所述第一检测电极以及所述第二检测电极被设置于所述第一检测振动臂上，
所述第三检测电极以及所述第四检测电极被设置于所述第二检测振动臂上。

8. 如权利要求1至3中任意一项所述的物理量检测装置，其中，
所述物理量检测元件包括：

基部；

第一驱动振动臂、第二驱动振动臂以及检测振动臂，其沿第一轴并排配置，并从所述基
部起沿与所述第一轴正交的第二轴延伸出，

所述第一检测电极、所述第二检测电极、所述第三检测电极以及所述第四检测电极被
设置于所述检测振动臂上。

9. 如权利要求1至3中任意一项所述的物理量检测装置，其中，
所述物理量检测元件包括：

基部；

第一驱动检测振动臂以及第二驱动检测振动臂，其沿第一轴并排配置，并从所述基部
起沿与所述第一轴正交的第二轴延伸出，

所述第二检测电极被设置于所述第一驱动检测振动臂上，

所述第四检测电极被设置于所述第二驱动检测振动臂上，

在所述第一检测电极与所述第二检测电极之间设置有压电膜，

在所述第三检测电极与所述第四检测电极之间设置有压电膜。

10. 一种电子设备，其包括权利要求1至9中任意一项所述的物理量检测装置。

11. 一种移动体，其包括权利要求1至9中任意一项所述的物理量检测装置。

物理量检测装置、电子设备及移动体

技术领域

[0001] 本发明涉及物理量检测装置、电子设备及移动体。

背景技术

[0002] 已知有使用水晶振子(压电振子)、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems:微机电系统)振子等振动元件来检测角速度、加速度等物理量的物理量检测装置。

[0003] 例如,作为用于对旋转系统的旋转角速度进行检测的角速度检测装置,使用水晶振子等压电元件的振动型陀螺仪传感器被装入各种电子设备,并在汽车导航及拍摄时的手抖检测等中被利用。

[0004] 作为这样的振动型陀螺仪传感器,例如提出有专利文献1、专利文献2所记载的结构。

[0005] 然而,在专利文献1、专利文献2所记载的振动型陀螺仪传感器这样的现有的物理量检测装置中,设置于振动元件上的多个检测电极的一部分被接地,关于用于提高检测灵敏度的振动元件与检测电路的最佳连接则几乎未做研究。由压电现象所产生的电荷(电位)的变化将在结晶与电极界面附近产生,从而从现有的接地了的电极处也有可能能够检测出与角速度相应的电荷。从实验结果可知,从现有接地了的电极处也可得到电荷。

[0006] 专利文献1:日本特开平11-72334号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2010-54404号公报

发明内容

[0008] 本发明正是鉴于上述课题而完成的,根据本发明的几个方式,能够通过研究振动元件与检测电路的连接来提供较之以往而可提高检测灵敏度的物理量检测装置、使用该物理量检测装置的电子设备以及移动体。

[0009] 本发明是为了解决上述课题的至少一部分而形成的,能够以下述方式或者应用例实现。

[0010] 应用例1

[0011] 本应用例所涉及的物理量检测装置包括:物理量检测元件、第一电流·电压转换部、第二电流·电压转换部,所述物理量检测元件包括:基部;连接于所述基部的多个振动臂;设置于所述多个振动臂的任一个上并分别产生与所述振动臂的振动相应的第一检测信号、第二检测信号、第三检测信号以及第四检测信号的第一检测电极、第二检测电极、第三检测电极以及第四检测电极,所述第一检测信号与所述第四检测信号的电极性相同,所述第二检测信号与所述第三检测信号的电极性相同,所述第一检测信号与所述第二检测信号的电极性相反,所述第一检测电极和所述第四检测电极被连接于所述第一电流·电压转换部,所述第二检测电极和所述第三检测电极被连接于所述第二电流·电压转换部。

[0012] 第一电流·电压转换部以及第二电流·电压转换部可以将电流转换为电压,也可以将电荷转换为电压。

[0013] 在本应用例所涉及的物理量检测装置中,着眼于当振动臂因振动而弯曲时与弯曲状态相应地电极性为正的部位与为负的部位始终存在这一情况,在当振动臂振动时成为相同的电极性的2个部位处分别设置第一电极和第四电极,在电极性与该2个部位相反的另外2个部位处分别设置第二电极与第三电极。此外,第一检测电极上所产生的第一检测信号与第四检测电极上所产生的第四检测信号,通过第一电流·电压转换部而被转换为振幅相加后的电压信号,第二检测电极上所产生的第二检测信号与第三检测电极上所产生的第三检测信号,通过第二电流·电压转换部而被转换为振幅相加后的电压信号。

[0014] 因此,根据本应用例所涉及的物理量检测装置,与第二检测电极和第四检测电极接地的现有的物理量检测装置相比,第一电流·电压转换部的输出电压、第二电流·电压转换部的输出电压升高,因此能够提高检测灵敏度。由此,能够实现S/N较高的物理量检测装置。

[0015] 应用例2

[0016] 上述应用例所涉及的物理量检测装置可以为,在所述第一检测电极与所述第二检测电极之间设置有压电部件,在所述第三检测电极与所述第四检测电极之间设置有压电部件。

[0017] 根据本应用例的物理量检测装置,当压电部件伸缩时,存在电极性始终相反的部位,因此通过将第一检测电极、第二检测电极、第三检测电极、第四检测电极设置在压电部件的适当的部位,能够使第一检测信号与第四检测信号的电极性相同,并且第二检测信号与第三检测信号的电极性相同,并且第一检测信号与第二检测信号的电极性相反。

[0018] 应用例3

[0019] 在上述应用例所涉及的物理量检测装置中,可以为,所述物理量检测元件包括:驱动电极,其被设置于多个所述振动臂中的任意一个上,并被输入有使所述振动臂振动的信号;固定电位布线,其被设置于所述驱动电极与所述第一检测电极、所述第二检测电极、所述第三检测电极以及所述第四检测电极之间,输入固定的电位。

[0020] 虽然以往接地了的第二检测电极以及第四检测电极具有相对于驱动电极的屏蔽的效应,但在本应用例的物理量检测装置中,由于未将第二检测电极以及第四检测电极接地,因此通过在驱动电极与第一检测电极、第二检测电极、所述第三检测电极以及第四检测电极之间设置固定电位布线,从而能够减小由于驱动电极与第一检测电极、第二检测电极、所述第三检测电极以及第四检测电极之间所产生的寄生电容而产生的静电的串扰(静电耦合)。因此,根据本应用例,通过减小静电耦合而使得由于驱动信号向检测信号的混入而产生的噪声降低,能够实现S/N高的物理量检测装置。

[0021] 应用例4

[0022] 在上述应用例所涉及的物理量检测装置中,可以为,所述第一检测电极以及所述第二检测电极被设置于一个所述振动臂上,所述第三检测电极以及所述第四检测电极被设置于另一个所述振动臂上。

[0023] 根据本应用例所涉及的物理量检测装置,当2个振动臂振动并伸缩时,在各个振动臂上存在电极性始终相反的部位,因此通过将第一检测电极与第二检测电极设置于一方的振动臂的适当部位处,并且将第三检测电极和第四检测电极设置于另一方的振动臂的适当部位处,从而能够使第一检测信号与第四检测信号的电极性相同,并且第二检测信号与第

三检测信号的电极性相同,并且第一检测信号与第二检测信号的电极性相反。

[0024] 应用例5

[0025] 在上述应用例所涉及的物理量检测装置中,可以为,所述第一检测电极、所述第二检测电极、所述第三检测电极以及所述第四检测电极被设置于一个所述振动臂上。

[0026] 根据本应用例所涉及的物理量检测装置,当振动臂振动并伸缩时,存在电极性始终相反的部位,因此通过将第一检测电极、第二检测电极、第三检测电极、第四检测电极设置在振动臂的适当部位处,从而能使第一检测信号与第四检测信号的电极性相同,并且第二检测信号与第三检测信号的电极性相同,并且第一检测信号与第二检测信号的电极性相反。

[0027] 应用例6

[0028] 在上述应用例所涉及的物理量检测装置中,所述物理量检测元件包括从所述基部起沿第一轴而朝向互为相反的方向延伸出的第一连结臂以及第二连结臂,作为第一所述振动臂的第一驱动振动臂以及作为第二所述振动臂的第二驱动振动臂从所述第一连结臂起沿与所述第一轴正交的第二轴而朝向互为相反的方向延伸出,作为第三所述振动臂的第三驱动振动臂以及作为第四所述振动臂的第四驱动振动臂从所述第二连结臂起沿所述第二轴而朝向互为相反的方向延伸出,作为第五所述振动臂的第一检测振动臂以及作为第六所述振动臂的第二检测振动臂从所述基部起沿所述第二轴而朝向互为相反的方向延伸出,所述第一检测电极以及所述第二检测电极被设置于所述第一检测振动臂上,所述第三检测电极以及所述第四检测电极被设置于所述第二检测振动臂上。

[0029] 本应用例所涉及的物理量检测装置具有平面形状为双T型的振动元件,使用这样的振动元件也能够提高检测灵敏度,提高S/N。

[0030] 应用例7

[0031] 在本应用例所涉及的物理量检测装置中,可以为,在所述物理量检测元件中,作为第一所述振动臂的第一驱动振动臂以及作为第二所述振动臂的第二驱动振动臂沿第一轴并排配置,并从所述基部起沿与所述第一轴正交的第二轴延伸出,作为第三所述振动臂的第一检测振动臂以及作为第四所述振动臂的第二检测振动臂沿所述第一轴并排配置,并从所述基部起朝向与所以述第一驱动振动臂以及所述第二驱动振动臂的延伸方向相反的方向延伸出,所述第一检测电极以及所述第二检测电极被设置于所述第一检测振动臂上,所述第三检测电极以及所述第四检测电极被设置于所述第二检测振动臂上。

[0032] 本应用例所涉及的物理量检测装置具有平面形状为H型的振动元件,使用这样的振动元件也能够提高检测灵敏度,提高S/N。

[0033] 应用例8

[0034] 在本应用例的物理量检测装置中,可以为,在所述物理量检测元件中,作为第一所述振动臂的第一驱动振动臂、作为第二所述振动臂的第二驱动振动臂以及作为第三所述振动臂的检测振动臂沿第一轴并排配置,并从所述基部起沿与所述第一轴正交的第二轴延伸出,所述第一检测电极、所述第二检测电极、所述第三检测电极以及所述第四检测电极设置于所述检测振动臂上。

[0035] 本应用例所涉及的物理量检测装置具有三脚型的振动元件,使用这样的振动元件也能够提高检测灵敏度,提高S/N。

[0036] 应用例9

[0037] 在本应用例所涉及的物理量检测装置中,可以为,在所述物理量检测元件中,作为第一所述振动臂的第一驱动检测振动臂以及作为第二所述振动臂的第二驱动检测振动臂沿第一轴并排配置,并从所述基部起沿与所述第一轴正交的第二轴延伸出,所述第二检测电极被设置于所述第一驱动检测振动臂上,所述第四检测电极被设置于所述第二驱动检测振动臂上,在所述第一检测电极与所述第二检测电极之间设置有压电膜,在所述第三检测电极与所述第四检测电极之间设置有压电膜。

[0038] 根据本应用例所涉及的物理量检测装置,由于即便振动元件本身不具有压电性,也能通过利用驱动检测振动臂的振动使压电膜变形来得到所需的第一检测信号~第四检测信号,因此能够提高检测灵敏度,提高S/N。

[0039] 应用例10

[0040] 本应用例所涉及的电子设备包括上述任意一个物理量检测装置。

[0041] 应用例11

[0042] 本应用例所涉及的移动体包括上述任意一个物理量检测装置。

[0043] 这些应用例所涉及的电子设备以及移动体包括相比以往而提高了检测灵敏度的物理量检测装置,因此能够实现可靠性更高的电子设备以及移动体。

附图说明

[0044] 图1为表示第一实施方式所涉及的物理量检测装置的结构例的图。

[0045] 图2为示意性示出第一实施方式所涉及的振动元件的俯视图。

[0046] 图3为示意性示出第一实施方式所涉及的振动元件的俯视图。

[0047] 图4为示意性示出第一实施方式所涉及的振动元件的剖视图。

[0048] 图5为用于对第一实施方式的振动元件的动作进行说明的俯视图。

[0049] 图6为表示检测模式的信号波形的一个示例的图。

[0050] 图7为表示驱动振动臂的共振特性和检测振动臂的共振特性的一个示例的图。

[0051] 图8为示意性示出第二实施方式所涉及的振动元件的俯视图。

[0052] 图9为示意性示出第二实施方式所涉及的振动元件的俯视图。

[0053] 图10为示意性示出第三实施方式所涉及的振动元件的俯视图。

[0054] 图11为示意性示出第三实施方式所涉及的振动元件的俯视图。

[0055] 图12为示意性示出第三实施方式所涉及的振动元件的剖视图。

[0056] 图13为用于对第三实施方式所涉及的振动元件的动作进行说明的立体图。

[0057] 图14为示意性示出第三实施方式的改变例1所涉及的振动元件的剖视图。

[0058] 图15为示意性示出第三实施方式的改变例2所涉及的振动元件的剖视图。

[0059] 图16为示意性示出第三实施方式的改变例3所涉及的振动元件的剖视图。

[0060] 图17为示意性示出第四实施方式所涉及的振动元件的俯视图。

[0061] 图18为示意性示出第四实施方式所涉及的振动元件的剖视图。

[0062] 图19为示意性示出第五实施方式所涉及的振动元件的俯视图。

[0063] 图20为示意性示出第五实施方式所涉及的振动元件的剖视图。

[0064] 图21为示意性示出本实施方式所涉及的电子设备的立体图。

- [0065] 图22为示意性示出本实施方式所涉及的电子设备的立体图。
- [0066] 图23为示意性示出本实施方式所涉及的电子设备的立体图。
- [0067] 图24为示意性示出本实施方式所涉及的移动体的立体图。
- [0068] 图25为示意性示出本实施方式的改变例的振动元件的剖视图。
- [0069] 图26为示意性示出本实施方式的改变例的振动元件的剖视图。

具体实施方式

[0070] 以下,使用附图对本发明的优选的实施方式进行详细说明。此外,以下将要说明的实施方式不对权利要求书所记载的本发明的内容构成不当限定。另外,以下将要说明的结构并非全部是本发明的必须结构要件。

[0071] 以下,以对作为物理量的角速度进行检测的物理量检测装置为例进行说明,但对角速度以外的物理量进行检测的物理量检测装置也包含于本发明中。

[0072] 1.物理量检测装置

[0073] 1-1.第一实施方式

[0074] 物理量检测装置的功能结构

[0075] 图1为第一实施方式的物理量检测装置的功能框图。如图1所示,本实施方式的物理量检测装置400包括:振动元件100、用于使振动元件100的驱动振动臂220、222、224、226(参照图2以及图3)驱动振动的驱动电路440、用于对当施加有角速度(物理量的一个示例)时在振动元件100的检测振动臂230、232产生的检测振动进行检测的检测电路450。驱动电路440以及检测电路450可以通过单芯片的IC来实现,也可以通过彼此独立的不同IC芯片来实现。

[0076] 驱动电路440具有I/V转换电路(电流电压转换电路)441、AC放大电路442、振幅调整电路443。驱动电路440为如下的电路,即,向振动元件100的驱动输入电极30(参照图2以及图3)输出使驱动振动臂220、222、224、226驱动的信号并被输入有从振动元件100的驱动输出电极32(参照图2以及图3)输出的信号的电路。以下,对驱动电路440进行详细说明。

[0077] 当振动元件100的驱动振动臂220、222、224、226振动时,基于压电效应而产生的交流电流从驱动输出电极32被输出,并向I/V转换电路441输入。I/V转换电路441将所输入的交流电流转换为与驱动振动臂220、222、224、226的振动频率相同的频率的交流电压信号并输出该信号。

[0078] 从I/V转换电路441输出的交流电压信号被输入至AC放大电路442。AC放大电路442对所输入的交流电压信号进行放大并输出。

[0079] 从AC放大电路442输出的交流电压信号被输入至振幅调整电路443。振幅调整电路443以使所输入的交流电压信号的振幅保持为恒定值的方式对增益进行控制,并将增益控制后的交流电压信号向振动元件100的驱动输入电极30输出。利用输入至该驱动输入电极30的交流电压信号(驱动信号)而使驱动振动臂220、222、224、226振动。

[0080] 检测电路450具有电荷放大器451、电荷放大器452、差动放大电路453、AC放大电路454、同步检波电路455、平滑电路456、可变放大电路457、滤波电路458。检测电路450为基于从振动元件100的第一检测电极40、第二检测电极42、第三检测电极44以及第四检测电极46(参照图2以及图3)分别输出的信号而对角速度进行检测的电路。以下,对检测电路450进行

详细说明。

[0081] 电荷放大器451(第一电流·电压转换部)被构成为具有运算放大器、反馈电阻和反馈容量,且向运算放大器的反转输入端子(一端子)输入从第一检测电极40输出的第一检测信号(交流电流)和从第四检测电极46输出的第四检测信号(交流电流),该运算放大器的非反转输入端子(+端子)被固定为基准电位。如后所述,该第一检测信号与第四检测信号为电极性相同的信号,电荷放大器451将输入至运算放大器的第一检测信号(交流电流)以及第四检测信号(交流电流)转换为交流电压信号。

[0082] 电荷放大器452(第二电流·电压转换部)被构成为具有运算放大器、反馈电阻和反馈容量,且向运算放大器的反转输入端子(一端子)输入从第二检测电极42输出的第二检测信号(交流电流)和从第三检测电极44输出的第三检测信号(交流电流),该运算放大器的非反转输入端子(+端子)被固定为基准电位。如后所述,该第二检测信号和第三检测信号为电极性相同的信号,电荷放大器452将输入至运算放大器的第二检测信号(交流电流)以及第三检测信号(交流电流)转换为交流电压信号。

[0083] 此外,第一检测信号以及第四检测信号与第二检测信号以及第三检测信号的电特性相反。

[0084] 电荷放大器451的输出信号与电荷放大器452的输出信号被输入至差动放大电路453。

[0085] 差动放大电路453作为将振动元件100的输出信号差动放大的差动放大部而发挥功能,并输出将电荷放大器451的输出信号与电荷放大器452的输出信号的电位差放大(差动放大)后的信号。差动放大电路453的输出信号被输入至AC放大电路454。

[0086] AC放大电路454作为将AC信号放大的AC放大部而发挥功能,并输出将差动放大电路453的输出信号放大后的信号。AC放大电路454的输出信号被输入至同步检波电路455。

[0087] 同步检波电路455根据驱动电路440的AC放大电路442输出的交流电压信号,通过对AC放大电路454的输出信号进行同步检波从而提取角速度成分。

[0088] 由同步检波电路455提取出的角速度成分的信号通过平滑电路456而被平滑化为直流电压信号,并输入至可变放大电路457。

[0089] 可变放大电路457将平滑电路456的输出信号(直流电压信号)以所设定的放大率(或者衰减率)而进行放大(或者衰减),使角速度灵敏度变化。经可变放大电路457放大(或者衰减)后的信号被输入至滤波电路458。

[0090] 滤波电路458从可变放大电路457的输出信号中除去传感器频带外的高频的噪声成分(正确而言衰减至规定等级以下),并输出与角速度的方向以及大小相应的极性以及电压电平的检测信号。然后,将该检测信号从外部输出端子(未图示)向外部输出。

[0091] 振动元件的结构

[0092] 接下来,参照附图对第一实施方式的振动元件100进行说明。图2以及图3为示意性示出第一实施方式所涉及的振动元件100的俯视图。图4为示意性示出第一实施方式所涉及的振动元件100的剖视图,图4中,为了方便说明还图示出振动元件100与电荷放大器451、452间的连接关系。图4的上图为沿图2的A—A'线的剖视图,图4的下图为沿图2的B—B'线的剖视图。此外,在图2、3以及以下所示的图中,图示出作为相互正交的3个轴的X轴(第一轴)、Y轴(第二轴)以及Z轴(第三轴)。

[0093] 此外,图2为从第一主面2a侧观察振动元件100的图,是用于对第一主面2a侧的结构进行说明的图。图3为从第一主面2a侧观察振动元件100的透视图,是用于对第二主面2b侧的结构进行说明的图。

[0094] 如图2以及图3所示,振动元件100包括:基部10、连结臂210、212、驱动振动臂220、222、224、226、检测振动臂230、232、支承部240、242、梁部250、252、254、256、驱动输入电极30、驱动输出电极32、第一检测电极40、第二检测电极42、第三检测电极44、第四检测电极46、驱动输入布线50、驱动输出布线52、第一检测布线60、第二检测布线62、第三检测布线64、第四检测布线66。

[0095] 基部10、连结臂210、212、驱动振动臂220、222、224、226、检测振动臂230、232、支承部240、242以及梁部250、252、254、256构成振动片1。振动片1的材质例如为水晶、钽酸锂、铌酸锂等压电材料。振动片1具有朝向互为相反的方向的第一主面2a以及第二主面2b、连接于主面2a、2b的侧面3。在图示的示例中,第一主面2a为朝向+Z轴方向的面,第二主面2b为朝向-Z轴方向的面,侧面3为垂线与Z轴正交的面。主面2a、2b例如为平坦的面。振动片1的厚度(Z轴方向的大小)例如为100 μm 左右。

[0096] 基部10具有中心点G。中心点G的位置为振动片1的重心的位置。基部10的平面形状例如为矩形(大致矩形)。

[0097] 第一连结臂210以及第二连结臂212从基部10起沿X轴而朝向互为相反的方向延伸出。在图示的示例中,第一连结臂210从基部10起沿-X轴方向延伸出,第二连结臂212从基部10起沿+X轴方向延伸出。

[0098] 第一驱动振动臂220以及第二驱动振动臂222从第一连结臂210起沿Y轴而朝向互为相反的方向延伸出。在图示的示例中,第一驱动振动臂220从第一连结臂210起朝向+Y轴方向延伸出,第二驱动振动臂222从第一连结臂210起朝向-Y轴方向延伸出。驱动振动臂220、222经由第一连结臂210而连接于基部10。

[0099] 第三驱动振动臂224以及第四驱动振动臂226从第二连结臂212起沿Y轴而朝向互为相反的方向延伸出。在图示的示例中,第三驱动振动臂224从第二连结臂212起朝向+Y轴方向延伸出,第四驱动振动臂226从第二连结臂212起朝向-Y轴方向延伸出。驱动振动臂224、226经由第二连结臂212而连接于基部10。

[0100] 第一检测振动臂230以及第二检测振动臂232从基部10起沿Y轴而朝互为相反的方向延伸出。在图示的示例中,第一检测振动臂230从基部10起朝向+Y轴方向延伸出,第二检测振动臂232从基部10起朝-Y轴方向延伸出。检测振动臂230、232连接于基部10。

[0101] 在振动臂220、222、224、226、230、232的前端设置有宽大部5。宽大部5的宽度大于振动臂220、222、224、226、230、232的其他部分(X轴方向上的大小)。虽然未图示,但在宽大部5上也可以设置锤部。通过调整该锤部的质量,能够调整振动臂220、222、224、226、230、232的振动的频率。

[0102] 第一支承部240相比振动臂220、224、230设置在+Y轴方向侧。第二支承部242被设置在与振动臂222、226、232相比靠-Y轴方向侧。支承部240、242为在安装振动元件100时固定于封装件上的部分。支承部240、242经由梁部250、252、254、256而支承着基部10。

[0103] 第一梁部250以及第二梁部252连结着基部10与第一支承部240。在图示的示例中,第一梁部250从基部10起经过第一驱动振动臂220与第一检测振动臂230之间而延伸至第一

支承部240。第二梁部252从基部10起经过第三驱动振动臂224与第一检测振动臂230之间而延伸至第一支承部240。

[0104] 第三梁部254以及第四梁部256连结着基部10与第二支承部242。在图示的示例中，第三梁部254从基部10起经由第二驱动振动臂222与第二检测振动臂232之间而延伸至第二支承部242。第四梁部256从基部10起经由第四驱动振动臂226与第二检测振动臂232之间而延伸至第二支承部242。

[0105] 梁部250、252、254、256在俯视观察时具有大致S字状的部分。因此，梁部250、252、254、256能够具有较高的弹性。由此，支承部240、242能够在不妨碍振动臂220、222、224、226、230、232的振动的条件下，经由梁部250、252、254、256而对基部10进行支承。

[0106] 在第一实施方式的振动元件100中，如图2以及图3所示，振动片1为所谓的双T型的振动片。

[0107] 作为驱动输入电极30、驱动输出电极32、第一检测电极40、第二检测电极42、第三检测电极44、第四检测电极46、驱动输入布线50、驱动输出布线52、第一检测布线60、第二检测布线62、第三检测布线64以及第四检测布线66，例如使用从振动片1侧依次层叠铬、金而形成的结构。

[0108] 驱动输入电极30被设置于驱动振动臂220、222、224、226上。在图示的示例中，驱动输入电极30被设置在第一驱动振动臂220的侧面3以及宽大部5、第二驱动振动臂222的侧面3以及宽大部5、第三驱动振动臂224的主面(宽大部5以外的主面)2a、2b、第四驱动振动臂226的主面(宽大部5以外的主面)2a、2b上。驱动输入电极30例如以关于经过中心点G并与XZ平面平行的面呈面对称的方式配置。驱动输入电极30为，被输入使驱动振动臂220、222、224、226驱动的信号(驱动信号)的电极。

[0109] 驱动输出电极32被设置在驱动振动臂220、222、224、226上。在图示的示例中，驱动输出电极32被设置于第一驱动振动臂220的主面(宽大部5以外的部分的主面)2a、2b、第二驱动振动臂222的主面(宽大部5以外的部分的主面)2a、2b、第三驱动振动臂224的侧面3以及宽大部5、第四驱动振动臂226的侧面3以及宽大部5上。驱动输出电极32例如以关于经过中心点G并与XZ平面平行的面呈面对称的方式配置。驱动输出电极32为用于对基于驱动振动臂220、222、224、226的弯曲而生成的信号进行输出的电极。

[0110] 此外，可以在设置驱动输入电极30的位置处设置驱动输出电极32，也可以在设置驱动输出电极32的位置处设置驱动输入电极30，但对此未予图示。

[0111] 第一检测电极40设置在第一检测振动臂230上。在图示的示例中，第一检测电极40被设置在第一检测振动臂230的主面(宽大部5以外的主面)2a、2b上。第一检测电极40为用于对基于由科里奥利力所产生的第一检测振动臂230弯曲而生成的信号(第一检测信号)进行输出的电极。

[0112] 第二检测电极42被设置于第一检测振动臂230上。在图示的示例中，第二检测电极42被设置于第一检测振动臂230的侧面3以及宽大部5上。第二检测电极42为用于对基于由科里奥利力所产生的第一检测振动臂230的弯曲而生成的信号(第二检测信号)进行输出的电极。

[0113] 第三检测电极44被设置于第二检测振动臂232上。在图示的示例中，第三检测电极44被设置于第二检测振动臂232的主面(宽大部5以外的主面)2a、2b。第三检测电极44例如

以关于经过中心点G并与XZ平面平行的面与第一检测电极40呈面对称的方式配置。第三检测电极44为用于对基于由科里奥利力所产生的第二检测振动臂232的弯曲而生成的信号(第三检测信号)进行检测的电极。

[0114] 第四检测电极46被设置在第二检测振动臂232上。在图示的示例中,第四检测电极46被设置于第二检测振动臂232的侧面3以及宽大部5上。第四检测电极46以例如关于经过中心点G并与XZ平面平行的面与第二检测电极42呈面对称的方式配置。第四检测电极46为用于对基于由科里奥利力所产生的第二检测振动臂232的弯曲而生成的信号(第四检测信号)进行输出的电极。

[0115] 此外,在本实施方式中,如图4所示,在振动臂230、232的主面2a、2b上设置槽部,电极40、44被设置于该槽部内。另外,可以在振动臂220、222、224、226的主面2a、2b上也设置槽部,并且可以将电极30、32设置于该槽部内,对此未予图示。

[0116] 驱动输入布线50被设置于基部10、连结臂210、212、第二支承部242、第三梁部254上。在图示的示例中,驱动输入布线50被设置在基部10的第一主面2a以及侧面3、第一连结臂210的第一主面2a、第二连结臂212的主面2a、2b以及侧面3、第二支承部242的主面2a、2b以及侧面3、第三梁部254的侧面3上。通过驱动输入布线50而将设置于振动臂220、222、224、226上的驱动输入电极30彼此电连接。设置于第二支承部242上的驱动输入布线50为端子部50a。在图示的示例中,端子部50a的平面形状为矩形。端子部50a被连接于外部部件(例如,焊线),从驱动电路440输出的驱动信号经由外部部件以及驱动输入布线50而向驱动输入电极30输入。

[0117] 驱动输出布线52被设置于基部10、连结臂210、212、第一支承部240、第一梁部250上。在图示的示例中,驱动输出布线52被设置于基部10的第二主面2b、第一连结臂210的主面2a、2b以及侧面3、第二连结臂212的第二主面2b以及侧面3、第一支承部240的主面2a、2b以及侧面3、第一梁部250的第二主面2b以及侧面3上。通过驱动输出布线52而将设置于振动臂220、222、224、226上的驱动输出电极32彼此电连接。设置于第一支承部240的驱动输出布线52为端子部52a。在图示的示例中,端子部52a的平面形状为矩形。端子部52a被连接于外部部件(例如,焊线),从驱动输出电极32输出的信号经由驱动输出布线52以及外部部件向驱动电路440输入。

[0118] 第一检测布线60设置于基部10、第一支承部240、第二梁部252上。在图示的示例中,第一检测布线60被设置在基部10的主面2a、2b、第一支承部240的主面2a、2b以及侧面3、第二梁部252的第一主面2a以及侧面3上。第一检测布线60被连接于第一检测电极40。设置于第一支承部240上的第一检测布线60为端子部60a。在图示的示例中,端子部60a的平面形状为矩形。端子部60a连接于外部部件(例如,焊线),从第一检测电极40输出的第一检测信号经由第一检测布线60以及外部部件而被输入至检测电路450的电荷放大器451。

[0119] 第二检测布线62被设置于基部10、第一支承部240、第二梁部252上。在图示的示例中,第二检测布线62被设置于基部10的主面2a、2b以及侧面3、第一支承部240的主面2a、2b以及侧面3、第二梁部252的主面2a、2b以及侧面3上。第二检测布线62被连接于第二检测电极42。设置于第一支承部240上的第二检测布线62为端子部62a。在图示的示例中,端子部62a的平面形状为矩形。端子部62a被连接于外部部件(例如,焊线),从第二检测电极42输出的第二检测信号经由第二检测布线62以及外部部件而被输入至检测电路450的电荷放大器

452。

[0120] 第三检测布线64被设置于基部10、第二支承部242、第四梁部256上。在图示的示例中,第三检测布线64被设置于基部10的主面2a、2b、第二支承部242的主面2a、2b以及侧面3、第四梁部256的第一主面2a以及侧面3上。第三检测布线64被连接于第三检测电极44。设置于第二支承部242上的第三检测布线64为端子部64a。在图示的示例中,端子部64a的平面形状为矩形。端子部64a连接于外部部件(例如,焊线),从第三检测电极44输出的第三检测信号经由第三检测布线64以及外部部件而被输入至检测电路450的电荷放大器452。

[0121] 第四检测布线66设置于基部10、第二支承部242、第四梁部256上。在图示的示例中,第四检测布线66被设置于基部10的主面2a、2b以及侧面3、第二支承部242的主面2a、2b以及侧面3、第四梁部256的主面2a、2b以及侧面3上。第四检测布线66连接于第四检测电极46。设置于第二支承部242上的第四检测布线66为端子部66a。在图示的示例中,端子部66a的平面形状为矩形。端子部66a被连接于外部部件(例如,焊线),从第四检测电极46输出的第四检测信号经由第四检测布线66以及外部部件而被输入至检测电路450的电荷放大器451输入。

[0122] 此外,在图2、3中,用粗线示出设置于振动片1的侧面3上的电极30、32、40、42、44、46和布线50、52、60、62、64、66。

[0123] 接下来,对于振动元件100的动作进行说明。图5(A)以及图5(B)为用于对振动元件100的动作进行说明的俯视图。此外,为了方便说明,在图5(A)以及图5(B)中,省略基部10、连结臂210、212以及振动臂220、222、224、226、230、232以外的部件的图示。

[0124] 如图5(A)所示,当在振动元件100未被施加角速度的状态下,在设置于驱动振动臂220、222、224、226上的驱动输入电极30上施加有预定的交流电压时,振动元件100在XY平面内沿箭头A的方向进行弯曲振动。此时,驱动振动臂220、222与驱动振动臂224、226关于经过中心点G并与YZ平面平行的面进行面对称的振动。因此,基部10、连结臂210、212以及检测振动臂230、232几乎不振动。

[0125] 在驱动振动臂220、222、224、226进行这样的驱动振动的状态下,如图5(B)所示,当在振动元件100上施加有围绕Z轴的角速度 ω 时,在驱动振动臂220、222、224、226上作用有科里奥利力。由此,驱动振动臂220、222、224、226沿箭头B的方向进行振动。该箭头B的方向的振动相对于中心点G而为周向的振动。此外,利用驱动振动臂220、222、224、226的振动使连结臂210、212沿箭头B的方向进行振动。该振动经由基部10向检测振动臂230、232传递,使得检测振动臂230、232以如箭头C所示的方式而振动。箭头C的方向的振动为相对于中心点G而沿周方向与箭头B反向的振动。利用该检测振动臂230、232的弯曲振动而在第一检测电极40、第二检测电极42、第三检测电极44以及第四检测电极46上分别产生第一检测信号、第二检测信号、第三检测信号以及第四检测信号。

[0126] 此时,第一检测信号的电极性与第二检测信号的电极性相反,第三检测信号的电极性与第四检测信号的电极性相反。另外,第一检测信号的电极性与第四检测信号的电极性相同,第二检测信号的电极性与第三检测信号的电极性相同。例如,当在第一检测电极40与第四检测电极46上产生正的电荷 $\delta+$ 时,在第二检测电极42与第三检测电极44上产生负的电荷 $\delta-$,当在第一检测电极40与第四检测电极46上产生负的电荷 $\delta-$ 时,在第二检测电极42与第三检测电极44上产生正的电荷 $\delta+$ 。第一检测信号、第二检测信号、第三检测信号以及

第四检测信号分别从端子部60a、端子部62a、端子部64a以及端子部66a向检测电路450输出,检测电路450能够利用这些检测信号而求出围绕Z轴的角速度。

[0127] 以下,如图5(A)所示,将不对角速度进行检测的状态称为“驱动模式”,如图5(B)所示,将正在检测角速度的状态称为“检测模式”。

[0128] 在图6(A)~图6(F)中示出检测模式的信号波形的一个示例。图6(A)为从端子部60a输出的第一检测信号的信号波形。图6(B)为从端子部62a输出的第二检测信号的信号波形。图6(C)为从端子部64a输出的第三检测信号的信号波形。图6(D)为从端子部66a输出的第四检测信号的信号波形。图6(E)为电荷放大器451的输入信号,即第一检测信号与第四检测信号的和信号的信号波形。图6(F)为电荷放大器452的输入信号,即第二检测信号与第三检测信号的和信号的信号波形。

[0129] 如图4所示,在本实施方式的物理量检测装置400中,振动元件100的端子部60a与端子部66a均与设置于电荷放大器451的运算放大器的反转输入端子(一端子)相连接,因此电荷放大器451的输入信号为第一检测信号与第四检测信号相加后的信号。由于第一检测信号与第四检测信号为电极性相同的(同相位的)信号,因此电荷放大器451的输入信号的振幅同第一检测信号的振幅与第四检测信号的振幅之和几乎相等。

[0130] 同样,振动元件100的端子部62a与端子部64a均与设置于电荷放大器452的运算放大器的反转输入端子(一端子)相连接,因此电荷放大器452的输入信号为第二检测信号与第三检测信号相加后的信号。第二检测信号与第三检测信号为电极性相同的(同相位的)信号,因此电荷放大器452的输入信号的振幅同第二检测信号的振幅与第三检测信号的振幅之和几乎相等。

[0131] 此外,第一检测信号与第四检测信号的和信号(即,电荷放大器451的输入信号)同第二检测信号与第三检测信号的和信号(即,电荷放大器452的输入信号)处于电极性相反的(相反相位的)关系。因此,根据本实施方式的物理量检测装置400,与向第二检测电极42与第四检测电极46供给固定电位,并且向电荷放大器451只输入第一检测信号,向电荷放大器452仅输入第三检测信号的以往的物理量检测装置相比,只要振动元件100的构造相同,则当振动元件100检测到相同角速度的情况下,向检测电路450输入的电荷量(电流量)增加,因此振动元件100的元件灵敏度(角速度的检测灵敏度)提高。由此,检测电路450的输出信号的S/N得到改进,能够实现低噪声化。另外,由于元件灵敏度增加,从而可预见检测电路450的输出信号的温度特性也相对变小。因此,根据本实施方式,能够实现高精度并且高稳定性的物理量检测装置400。

[0132] 此外,由于第一检测电极40及第四检测电极46与设置于电荷放大器451上的运算放大器的反转输入端子(一端子)相连接,因此与该运算放大器的非反转输入端子(+端子)虚拟短路,从而始终为基准电位。同样,第二检测电极42及第三检测电极44与设置于电荷放大器452上的运算放大器的反转输入端子(一端子)相连接,因此与该运算放大器的非反转输入端子(+端子)虚拟短路,从而始终为基准电位。即,在本实施方式中,第一检测电极40、第二检测电极42、第三检测电极44以及第四检测电极46始终为相同电位,在电极间不产生电场。

[0133] 另外,驱动振动臂220、222、224、226具有由其长度、厚度、材质等决定的共振频率 f_{dr} ,检测振动臂230、232具有由其长度、厚度、材质等决定的共振频率 f_{dt} 。将该共振频率 f_{dr}

与 f_{dt} 之差称为偏移频率。

[0134] 图7 (A) 以及图7 (B) 为表示驱动振动臂220、222、224、226的共振特性与检测振动臂230、232的共振特性的一个示例的图。图7 (A) 为 $f_{dr} < f_{dt}$ 的情况下的示例, 偏移频率 $\Delta f = f_{dt} - f_{dr}$ 。另一方面, 图7 (B) 为 $f_{dr} > f_{dt}$ 的情况下的示例, 偏移频率 $\Delta f = f_{dr} - f_{dt}$ 。

[0135] 在驱动模式中, 利用驱动电路440所输出的驱动信号使驱动振动臂220、222、224、226以共振频率 f_{dr} 进行振动。在检测模式下, 驱动振动臂220、222、224、226也以共振频率 f_{dr} 进行振动, 通过该驱动频率 f_{dr} 而激发(励振)检测振动臂230、232的振动, 因此检测振动臂230、232也以频率 f_{dr} 进行振动。该驱动模式的共振频率 f_{dr} 越接近检测模式的共振频率 f_{dt} , 即偏移频率 Δf 越低, 则检测振动臂230、232的振幅越大, 在检测电极40、42、44、46上产生的电荷量越变大, 因此元件灵敏度越升高。即, 元件灵敏度与偏移频率 Δf 成反比。然而, 偏移频率 Δf 越低, 则越容易产生如下问题, 即, 检测振动臂230、232的振幅变大使得检测振动臂230、232易于破损或者未输入角速度的状态下的无用信号变大使得S/N恶化等各种问题, 因此虽然意欲尽量增高偏移频率 Δf , 但当元件灵敏度降低时角速度的检测灵敏度降低, 因此必须以一定程度而降低偏移频率 Δf 。

[0136] 相对于此, 在本实施方式的物理量检测装置400中, 与将第二检测电极42以及第四检测电极46接地的以往的振动元件相比, 振动元件100的元件灵敏度提高, 因此如果相反地只要是与以往的振动元件相同的元件灵敏度即可, 则能够相应地升高偏移频率 Δf 。由此, 能够实现可靠性高的物理量检测装置400。

[0137] 1-2. 第二实施方式

[0138] 在上述的第一实施方式的物理量检测装置400中, 在振动元件100中, 还依据以往接地的第二检测电极42以及第四检测电极46而对电荷进行, 由此使灵敏度增加, 但由于不再存在接地的电极, 因此使得通过在驱动输入电极30以及驱动输出电极32与第一检测电极40、第二检测电极42、第三检测电极44以及第四检测电极46之间产生的寄生电容而形成的静电的串扰(静电耦合)将变大。因此, 在第二实施方式的物理量检测装置400中, 在振动元件100中, 通过在驱动输入电极30以及驱动输出电极32与第一检测电极40、第二检测电极42、第三检测电极44以及第四检测电极46之间设置电位被固定的布线来进行屏蔽从而将静电耦合抑制得较小。此外, 第二实施方式的物理量检测装置的功能框图与图1相同, 因此省略其图示以及说明。

[0139] 振动元件的结构

[0140] 接下来, 参照附图对第二实施方式的振动元件100进行说明。图8以及图9为示意性示出第二实施方式的振动元件100的俯视图。此外, 图8为从第一主面2a侧观察振动元件100的图, 是用于对第一主面2a侧的结构进行说明的图。图9为从第一主面2a侧观察振动元件100的透视图, 是用于对第二主面2b侧的结构进行说明的图。

[0141] 以下, 在第二实施方式的振动元件100中, 对于具有与上述的第一实施方式的振动元件100的结构部件相同的功能的部件标注相同的附图标记, 并省略详细的说明。

[0142] 如图8以及图9所示, 第二实施方式的振动元件100具有: 驱动输入电极30、驱动输出电极32、检测电极40、42、44、46、驱动输入布线50、驱动输出布线52、检测布线60、62、64、66、固定电位布线70、72。

[0143] 此外, 在图8、9中, 用粗线表示在振动片1的侧面3上所设置的电极30、32、40、42、

44、46、布线50、52、60、62、64、66、70、72。

[0144] 第一固定电位布线70被设置在基部10、第一支承部240、第一梁部250上。具体地说,第一固定电位布线70被设置在基部10的主面2a、2b的、俯视观察时的驱动输入布线50与第一检测布线60之间以及驱动输入布线50与第二检测布线62之间。在图示的示例中,在第一固定电位布线70的+X轴方向侧设置检测布线60、62,在第一固定电位布线70的-X轴方向侧设置驱动输入布线50。

[0145] 第一固定电位布线70还被设置于第一支承部240的主面2a、2b以及侧面3、第一梁部250的主面2a、2b以及侧面3上。设置于第一支承部240上的第一固定电位布线70为端子部70a。

[0146] 第二固定电位布线72被设置于基部10、第二支承部242、第三梁部254上。具体地说,第二固定电位布线72被设置在基部10的主面2a、2b的、俯视视角下的驱动输入布线50与第三检测布线64之间以及驱动输入布线50与第四检测布线66之间。在图示的示例中,在第二固定电位布线72的+X轴方向侧设置驱动输入布线50,在第二固定电位布线72的-X轴方向侧设置检测布线64、66。

[0147] 第二固定电位布线72还被设置于第二支承部242的主面2a、2b以及侧面3、第三梁部254的主面2a、2b以及侧面3上。设置于第二支承部242上的第二固定电位布线72为端子部72a。

[0148] 固定电位布线70、72为输入固定的电位的布线。具体地说,固定电位布线70、72具有接地电位。即,固定电位布线70、72被接地。

[0149] 特别是,固定电位布线70在基部10中,如图8所示,设置于驱动输入电极30与第一检测电极40以及第二检测电极42之间,如图9所示,设置于驱动输出电极32与第一检测电极40以及上述第二检测电极42之间。另外,固定电位布线72在基部10中,如图8所示,设置于驱动输入电极30与第三检测电极44以及第四检测电极46之间,如图9所示,设置于驱动输出电极32与第三检测电极44以及第四检测电极46之间。

[0150] 因此,在第二实施方式的振动元件100中,能够利用第一固定电位布线70而将驱动输入电极30以及驱动输出电极32与第一检测电极40以及第二检测电极42之间的静电耦合抑制得较小,并能够利用第二固定电位布线72而将驱动输入电极30以及驱动输出电极32与第三检测电极44以及第四检测电极46之间的静电耦合抑制得较小。这样,根据本实施方式,由于通过使静电耦合减小而降低了由于驱动信号对于检测信号的绕入所产生的噪声,因此能够更高精度并且更高稳定的物理量检测装置400。

[0151] 1-3. 第三实施方式

[0152] 第三实施方式的物理量检测装置400的振动元件100的构造与第一实施方式以及第二实施方式不同。此外,第三实施方式的物理量检测装置的功能框图与图1相同,因此省略其图示以及说明。

[0153] 振动元件的结构

[0154] 接下来,参照附图对第三实施方式的振动元件100进行说明。图10以及图11示意性示出第三实施方式的振动元件100的俯视图。图12示意性示出第三实施方式的振动元件100,为图10的A-A'线剖视图,图12中为了便于说明,还图示出振动元件100与电荷放大器451、452间的连接关系。

[0155] 此外,图10为从第一主面2a侧观察振动元件100的图,是用于对第一主面2a侧的结构进行说明的图。图11为从第一主面2a侧观察振动元件100的透视图,是用于对第二主面2b侧的结构进行说明的图。

[0156] 以下,在第三实施方式的振动元件100中,对于具有与上述的第一实施方式的振动元件100的结构部件相同的功能的部件标注相同附图标记,并省略对其详细的说明。

[0157] 在上述的第一实施方式的振动元件100中,如图2所示,振动片1为双T型的振动片。与此相对,在第三实施方式的振动元件100中,如图10~图12所示,振动片1为所谓的H型的振动片。

[0158] 振动片1如图10~图12所示,具有基部10、驱动振动臂220、222、检测振动臂230、232、支承部240、梁部250、252、254、256。

[0159] 第一驱动振动臂220以及第二驱动振动臂222从基部10起沿Y轴延伸出。在图示的示例中,驱动振动臂220、222从基部10起向-Y轴方向延伸出。驱动振动臂220、222沿X轴并排配置。在图示的示例中,第一驱动振动臂220被配置在与第二驱动振动臂222相比靠-X轴方向侧。

[0160] 第一检测振动臂230以及第二检测振动臂232从基部10起朝向与驱动振动臂220、222的延伸方向相反的方向延伸出。在图示的示例中,检测振动臂230、232从基部10起朝向+Y轴方向延伸出。检测振动臂230、232沿X轴并排配置。在图示的示例中,第一检测振动臂230被配置在与第二检测振动臂232相比靠-X轴方向侧。

[0161] 在振动臂220、222、230、232的前端设置有宽大部5。宽大部5与振动臂220、222、230、232的其他部分相比而宽度(X轴方向的大小)更大。还可以在宽大部5上设置锤部,但对此未予图示。通过调整该锤部的质量,能够调整振动臂220、222、230、232的振动的频率。

[0162] 支承部240被设置在与基部10相比靠-Y轴方向侧。支承部240为在振动元件100被安装时固定于封装件上的部分。支承部240经由梁部250、252、254、256而对基部10进行支承。

[0163] 第一梁部250以及第二梁部252分别从基部10起延伸至支承部240,并连结着基部10与支承部240。

[0164] 第三梁部254以及第四梁部256分别从基部10起延伸至支承部240,并连结着基部10与支承部240。

[0165] 由此,支承部240能够在不妨碍振动臂220、222、230、232的振动的条件下经由梁部250、252、254、256而对基部10进行支承。

[0166] 如图10~图12所示,振动元件100具有驱动输入电极30、驱动输出电极32、检测电极40、42、44、46、驱动输入布线50、驱动输出布线52、检测布线60、62、固定电位布线70。

[0167] 驱动输入电极30设置于驱动振动臂220、222。在图示的示例中,驱动输入电极30被设置于第一驱动振动臂220的侧面3、第二驱动振动臂222的主面2a、2b上。

[0168] 驱动输出电极32被设置于驱动振动臂220、222上。在图示的示例中,驱动输出电极32被设置于第一驱动振动臂220的主面2a、2b、第二驱动振动臂222的侧面3上。

[0169] 第一检测电极40被设置于检测振动臂232上。在图示的示例中,第一检测电极40被设置于第二检测振动臂232的主面2a、2b以及侧面3上。

[0170] 第二检测电极42被设置于检测振动臂232上。在图示的示例中,第二检测电极42被

设置于第二检测振动臂232的主面2a、2b以及侧面3上。

[0171] 第三检测电极44被设置于检测振动臂230上。在图示的示例中,第三检测电极44被设置于第一检测振动臂230的主面2a、2b以及侧面3上。

[0172] 第四检测电极46被设置于检测振动臂230上。在图示的示例中,第四检测电极46被设置于第一检测振动臂230的主面2a、2b以及侧面3上。

[0173] 此外,在本实施方式中,如图12所示,在振动臂230、232的主面2a、2b上设置有槽部,振动臂230、232的剖面为H型。此外,电极40、42、44、46被设置于该槽部内以及侧面3上。另外,可以在振动臂220、222的主面2a、2b上也设置槽部,并将电极30、32设置于该槽部内,对此未予图示。

[0174] 驱动输入布线50被设置于基部10、支承部240、第三梁部254上。驱动输入布线50的支承部240上具有端子部50a,且驱动输入布线50连接着端子部50a与驱动输入电极30。

[0175] 驱动输出布线52被设置于基部10、支承部240、第四梁部256上。驱动输出布线52的支承部240上具有端子部52a,且驱动输出布线52连接着端子部52a与驱动输出电极32。

[0176] 第一检测布线60被设置于基部10、支承部240、第二梁部252上。在图示的示例中,第一检测布线60也被设置于宽大部5上。第一检测布线60的支承部240上具有端子部60a,且第一检测布线60连接着端子部60a与第一检测电极40以及第四检测电极46。

[0177] 第二检测布线62被设置于基部10、支承部240、第一梁部250上。在图示的示例中,第二检测布线62也被设置于宽大部5上。第二检测布线62的支承部240具有端子部62a,且第二检测布线62连接着端子部62a与第二检测电极42以及第三检测电极44。

[0178] 固定电位布线70被设置于基部10、支承部240、梁部250、252、254、256上。在图示的示例中,固定电位布线70也被设置于宽大部5上。

[0179] 此外,在图10、11中,粗线示出了设置于振动片1的侧面3上的电极30、32、40、42、44、46、布线50、52、60、62、70。

[0180] 接下来,对于振动元件100的动作进行说明。图13(A)以及图13(B)为用于对振动元件100的动作进行说明的立体图。此外,为了方便说明,在图13(A)以及图13(B)中,省略基部10以及振动臂220、222、230、232以外的部件的图示。

[0181] 如图13(A)所示,当在振动元件100未被施加角速度的状态下,在设置于驱动振动臂220、222的驱动输入电极30上施加规定的交流电压时,振动元件100在XY平面内朝向互为相反的方向进行弯曲运动(驱动模式)。

[0182] 在驱动振动臂220、222进行这样的驱动振动的状态下,如果在振动元件100上施加围绕Y轴的角速度,则会作用有与该角速度相应的科里奥利力,从而驱动振动臂220、222沿Z轴方向而朝向互为相反方向进行弯曲振动。检测振动臂230、232以与该弯曲振动共振的方式沿Z轴方向而朝向互为相反方向进行弯曲振动(检测模式)。利用该检测振动臂230、232的振动(弯曲振动),在第一检测电极40、第二检测电极42、第三检测电极44以及第四检测电极46商分别产生第一检测信号、第二检测信号、第三检测信号以及第四检测信号。

[0183] 此时,第一检测信号的电极性与第二检测信号的电极性相反,第三检测信号的电极性与第四检测信号的电极性相反。另外,第一检测信号的电极性与第四检测信号的电极性相同,第二检测信号的电极性与第三检测信号的电极性相同。例如,当在第一检测电极40与第四检测电极46上产生正的电荷 $\delta+$ 时,在第二检测电极42与第三检测电极44上产生负的

电荷 δ^- ，当在第一检测电极40与第四检测电极46上产生负的电荷 δ^- 时，在第二检测电极42与第三检测电极44上产生正的电荷 δ^+ 。第一检测信号与第四检测信号从端子部60a向检测电路450输出，第二检测信号与第三检测信号从端子部62a向检测电路450输出，检测电路450能够利用这些检测信号而求出围绕Y轴的角速度。

[0184] 如图12所示，在本实施方式的物理量检测装置400中，由于振动元件100的端子部60a与设置于电荷放大器451上的运算放大器的反转输入端子（一端子）相连接，因此电荷放大器451的输入信号为第一检测信号与第四检测信号相加后的信号。由于第一检测信号与第四检测信号为电极性相同的（同相位的）信号，因此电荷放大器451的输入信号的振幅同第一检测信号的振幅与第四检测信号的振幅之和几乎相等。

[0185] 同样，振动元件100的端子部62a与设置于电荷放大器452上的运算放大器的反转输入端子（一端子）相连接，因此电荷放大器452的输入信号为第二检测信号与第三检测信号相加后的信号。由于第二检测信号与第三检测信号为电极性相同的（同相位的）信号，因此电荷放大器452的输入信号的振幅同第二检测信号的振幅与第三检测信号的振幅之和几乎相等。

[0186] 此外，第一检测信号与第四检测信号的和信号（即，电荷放大器451的输入信号）同第二检测信号与第三检测信号的和信号（即，电荷放大器452的输入信号）处于电极性相反的（相反相位的）关系。因此，根据本实施方式的物理量检测装置400，与向第二检测电极42及第四检测电极46供给固定电位，并且向电荷放大器451只输入第一检测信号，向电荷放大器452只输入第三检测信号的以往的物理量检测装置相比，如果振动元件100的构造相同，则当振动元件100检测到相同角速度的情况下，向检测电路450输入的电荷量（电流量）增加，因此振动元件100的元件灵敏度（角速度的检测灵敏度）提高。因此，根据本实施方式，能够实现高精度并且高稳定性的物理量检测装置400。相反，如果振动元件100只要具有与以往的振动元件相同的元件灵敏度即可，则能够相应地提高偏移频率 Δf ，因此能够实现可靠性高的物理量检测装置400。

[0187] 另外，在本实施方式的物理量检测装置400中，通过第一检测布线60而将端子部60a与第一检测电极40以及第四检测电极46并连接，通过第二检测布线62而将端子部62a与第二检测电极42以及第三检测电极44连接，因此在第一实施方式、第二实施方式中，无需采用与第三检测电极44连接的端子部64a以及与第四检测电极46连接的端子部66a。因此，根据本实施方式的物理量检测装置400，无需采用第一实施方式、第二实施方式中所需的、用于连接振动元件100的端子部64a、66a与检测电路450的焊线等外部部件（或用于连接端子部60a与端子部66a的外部部件以及用于连接端子部62a与端子部64a的外部部件），因此能够实现低成本化。

[0188] 此外，在本实施方式中，也使第一检测电极40和第四检测电极46与设置于电荷放大器451上的运算放大器的反转输入端子（一端子）相连接，因此与该运算放大器的非反转输入端子（+端子）虚拟短路，从而始终为基准电位。同样，第二检测电极42和第三检测电极44与设置于电荷放大器452上的运算放大器的反转输入端子（一端子）相连接，因此与该运算放大器的非反转输入端子（+端子）虚拟短路，从而始终为基准电位。即，在本实施方式中，第一检测电极40、第二检测电极42、第三检测电极44以及第四检测电极46始终为相同电位，不会在电极间产生电场。

[0189] 改变例

[0190] 在第三实施方式的物理量检测装置400中,振动元件100的第一检测振动臂230以及第二检测振动臂232的剖面为H型,但也可以为其他形状。另外,形成于第一检测振动臂230以及第二检测振动臂232上的电极的配置也可以是其他配置。

[0191] 例如,如图14所示,在第三实施方式的改变例1的物理量检测装置400中所设置的振动元件100中,在第二检测振动臂232上,在朝向+X轴方向的侧面3上设置有形成于第一主面2a侧的第一检测电极40和形成于第二主面2b侧的第二检测电极42,在朝向-X轴方向的侧面3上设置有形成于第一主面2a侧的第二检测电极42和形成于第二主面2b侧的第一检测电极40。另外,设置于朝向+X轴方向的侧面3上的第一检测电极40与设置于朝向-X轴方向的侧面3上的第二检测电极42在隔着第二检测振动臂232的位置处被对置地设置,设置于朝向+X轴方向的侧面3上的第二检测电极42与设置于朝向-X轴方向的侧面3上的第一检测电极40在隔着第二检测振动臂232的位置处对置地设置。而且,在设置于朝向-X轴方向的侧面3上的第二检测电极42与第一检测电极40之间设置有截面为矩形状的突起部。

[0192] 同样,在第一检测振动臂230上,在朝向+X轴方向的侧面3上,设置有形成于第一主面2a侧的第三检测电极44和形成于第二主面2b侧的第四检测电极46,在朝向-X轴方向的侧面3上,设置有形成于第一主面2a侧的第四检测电极46和形成于第二主面2b侧的第三检测电极44。另外,设置于朝向+X轴方向的侧面3上的第三检测电极44与设置于朝向-X轴方向的侧面3上的第四检测电极46在隔着第一检测振动臂230的位置处对置地配置,设置于朝向+X轴方向的侧面3上的第四检测电极46与设置于朝向-X轴方向的侧面3上的第三检测电极44在隔着第一检测振动臂230的位置处对置地设置。而且,在设置于朝向-X轴方向的侧面3上的第四检测电极46与第三检测电极44之间设置有截面为矩形状的突起部。

[0193] 另外,例如,如图15所示,在第三实施方式的改变例2的物理量检测装置400中所设置的振动元件100中,第二检测振动臂232的截面为矩形状,在第一主面2a上设置有形成于朝向+X轴方向的侧面3侧的第一检测电极40和形成于朝向-X轴方向的侧面3侧的第二检测电极42,在第二主面2b上设置有形成于朝向+X轴方向的侧面3侧的第二检测电极42和形成于朝向-X轴方向的侧面3侧的第一检测电极40。另外,设置于第一主面2a上的第一检测电极40与设置于第二主面2b上的第二检测电极42在隔着第二检测振动臂232的位置处对置地配置,设置于第一主面2a上的第二检测电极42与设置于第二主面2b上的第一检测电极40在隔着第二检测振动臂232的位置处对置地设置。

[0194] 同样,第一检测振动臂230的截面为矩形状,在第一主面2a上设置有形成于朝向+X轴方向的侧面3侧的第三检测电极44和形成于朝向-X轴方向的侧面3侧的第四检测电极46,在第二主面2b上设置有形成于朝向+X轴方向的侧面3侧的第四检测电极46和形成于朝向-X轴方向的侧面3侧的第三检测电极44。另外,设置于第一主面2a上的第三检测电极44与设置于第二主面2b上的第四检测电极46在隔着第一检测振动臂230的位置处对置地设置,设置于第一主面2a上的第四检测电极46与设置于第二主面2b上的第三检测电极44在隔着第一检测振动臂230的位置处对置地设置。

[0195] 另外,例如,如图16所示,在第三实施方式的改变例3的物理量检测装置400中所设置的振动元件100中,第二检测振动臂232的截面为矩形状,在朝向+X轴方向的侧面3上,设置有形成于第一主面2a侧的第一检测电极40和形成于第二主面2b侧的第二检测电极42,在

朝向-X轴方向的侧面3,设置有形成于第一主面2a侧的第二检测电极42和形成于第二主面2b侧的第一检测电极40。另外,设置于朝向+X轴方向的侧面3上的第一检测电极40与设置于朝向-X轴方向的侧面3上的第二检测电极42在隔着第二检测振动臂232的位置处对置地设置,设置于朝向+X轴方向的侧面3上的第二检测电极42与设置于朝向-X轴方向的侧面3上的第一检测电极40在隔着第二检测振动臂232的位置处对置地设置。

[0196] 同样,第一检测振动臂230的截面为矩形形状,在朝向+X轴方向的侧面3上,设置有形成于第一主面2a侧的第三检测电极44和形成于第二主面2b侧的第四检测电极46,在朝向-X轴方向的侧面3上,设置有形成于第一主面2a侧的第四检测电极46和形成于第二主面2b侧的第三检测电极44。另外,设置于朝向+X轴方向的侧面3上的第三检测电极44和设置于朝向-X轴方向的侧面3上的第四检测电极46在隔着第一检测振动臂230的位置处对置地设置,设置于朝向+X轴方向的侧面3上的第四检测电极46与设置于朝向-X轴方向的侧面3上的第三检测电极44在隔着第一检测振动臂230的位置处对置地设置。

[0197] 在第三实施方式的改变例1~改变例3的物理量检测装置400中亦为,第一检测电极40上所产生的第一检测信号的电极性与第二检测电极42上所产生的第二检测信号的电极性相反,第三检测电极44上所产生的第三检测信号的电极性与第四检测电极46上所产生的第四检测信号的电极性相反。另外,第一检测信号的电极性与第四检测信号的电极性相同,第二检测信号的电极性与第三检测信号的电极性相同。因此,第三实施方式的改变例1~改变例3的物理量检测装置400与以往的物理量检测装置相比,如果振动元件100的构造相同,则在振动元件100检测到相同角速度的情况下,向检测电路450输入的电荷量(电流量)增加,因此角速度的检测灵敏度提高。

[0198] 1-4. 第四实施方式

[0199] 第四实施方式的物理量检测装置400的振动元件100的构造与第一实施方式~第三实施方式不同。此外,第四实施方式的物理量检测装置的功能框图与图1相同,因此省略其图示以及说明。

[0200] 接下来,参照附图对第四实施方式的振动元件100进行说明。图17为示意性示出第四实施方式的振动元件100的俯视图。图18为示意性示出第四实施方式的振动元件100的、图17的A-A'线剖视图,图18中为了方便说明,还图示出振动元件100与电荷放大器451、452的连接关系。此外,图17为从第一主面2a侧观察振动元件100的图,省略在振动片1形成的布线的图示。

[0201] 以下,在第四实施方式的振动元件100中,对于具有与上述的第一实施方式的振动元件100的结构部件相同的功能的部件标注相同附图标记,并省略详细的说明。

[0202] 在第四实施方式的振动元件100中,如图17以及图18所示,振动片1为所谓的三脚型的振动片。

[0203] 如图17以及图18所示,振动片1具有基部10、驱动振动臂220、222、检测振动臂230。第一驱动振动臂220、第二驱动振动臂222以及检测振动臂230沿X轴并排配置,并从基部10沿Y轴延伸出。

[0204] 如图18所示,在第四实施方式的物理量检测装置400上所设置的振动元件100中,检测振动臂230的剖面为矩形形状,在朝向-X轴方向的侧面3上设置有形成于第一主面2a侧的第一检测电极40和形成于第二主面2b侧的第二检测电极42,在朝向+X轴方向的侧面3上,

设置有形成于第一主面2a侧的第三检测电极44和形成于第二主面2b侧的第四检测电极46。另外,设置于朝向-X轴方向的侧面3上的第一检测电极40与设置于朝向+X轴方向的侧面3上的第三检测电极44在隔着检测振动臂230的位置处对置地配置,设置于朝向-X轴方向的侧面3上的第二检测电极42与设置于朝向+X轴方向的侧面3上的第四检测电极46在检测振动臂230的位置处对置地配置。

[0205] 在振动元件100未被施加角速度的状态下,如果在设置于驱动振动臂220、222的驱动输入电极30(省略图示)上施加规定的交流电压,则振动元件100将在XY平面内朝互为相反的方向进行弯曲运动(驱动模式)。

[0206] 在驱动振动臂220、222进行这样的驱动振动的状态下,如果在振动元件100上施加围绕Y轴的角速度,则将作用有与该角速度相应的科里奥利力,从而使驱动振动臂220、222沿Z轴方向而朝向互为相反的方向进行弯曲振动。检测振动臂230以与该弯曲振动共振的方式沿Z轴方向进行弯曲振动(检测模式)。利用该检测振动臂230的振动(弯曲振动),在第一检测电极40、第二检测电极42、第三检测电极44以及第四检测电极46上分别产生第一检测信号、第二检测信号、第三检测信号以及第四检测信号。

[0207] 此时,第一检测信号的电极性与第二检测信号的电极性相反,第三检测信号的电极性与第四检测信号的电极性相反。另外,第一检测信号的电极性与第四检测信号的电极性相同,第二检测信号的电极性与第三检测信号的电极性相同。例如,当在第一检测电极40和第四检测电极46上产生正的电荷 $\delta+$ 时,在第二检测电极42和第三检测电极44上将产生负的电荷 $\delta-$,当在第一检测电极40和第四检测电极46上产生负的电荷 $\delta-$ 时,在第二检测电极42和第三检测电极44上将产生正的电荷 $\delta+$ 。第一检测信号与第四检测信号从端子部60a向检测电路450输出,第二检测信号与第三检测信号从端子部62a向检测电路450输出,检测电路450能够通过这些检测信号而求出围绕Y轴的角速度。

[0208] 如图18所示,在本实施方式的物理量检测装置400中,由于振动元件100的连接有第一检测电极40及第四检测电极46的端子部60a与设置于电荷放大器451上的运算放大器的反转输入端子(一端子)相连接,因此电荷放大器451的输入信号为第一检测信号与第四检测信号相加后的信号。由于第一检测信号与第四检测信号为电极性相同的(同相位的)信号,因此电荷放大器451的输入信号的振幅同第一检测信号的振幅与第四检测信号的振幅之和几乎相等。

[0209] 同样,振动元件100的连接有第二检测电极42及第三检测电极44的端子部62a与设置于电荷放大器452上的运算放大器的反转输入端子(一端子)相连接,因此电荷放大器452的输入信号为第二检测信号与第三检测信号相加后的信号。由于第二检测信号与第三检测信号为电极性相同的(同相位的)信号,因此电荷放大器452的输入信号的振幅同第二检测信号的振幅与第三检测信号的振幅之和几乎相等。

[0210] 此外,第一检测信号与第四检测信号的和信号(即,电荷放大器451的输入信号)同第二检测信号与第三检测信号的和信号(即,电荷放大器452的输入信号)处于电极性相反的(相反相位的)关系。因此,根据本实施方式的物理量检测装置400,与向第二检测电极42及第四检测电极46供给固定电位,并且向电荷放大器451只输入第一检测信号,向电荷放大器452只输入第三检测信号的以往的物理量检测装置相比,如果振动元件100的构造相同,则当振动元件100检测到相同角速度的情况下,向检测电路450输入的电荷量(电流量)增

加,因此振动元件100的元件灵敏度(角速度的检测灵敏度)提高。因此,根据本实施方式,能够实现高精度并且高稳定性的物理量检测装置400。相反,如果振动元件100只要具有与以往的振动元件相同的元件灵敏度即可,则能够相应地提高偏移频率 Δf ,因此能够实现可靠性高的物理量检测装置400。

[0211] 此外,在本实施方式中亦为,第一检测电极40及第四检测电极46与设置于电荷放大器451上的运算放大器的反转输入端子(一端子)相连接,因此与该运算放大器的非反转输入端子(+端子)虚拟短路,从而始终为基准电位。同样,第二检测电极42及第三检测电极44与设置于电荷放大器452上的运算放大器的反转输入端子(一端子)相连接,因此与该运算放大器的非反转输入端子(+端子)虚拟短路,从而始终为基准电位。即,在本实施方式中,第一检测电极40、第二检测电极42、第三检测电极44以及第四检测电极46始终为相同电位,不会在电极间产生电场。

[0212] 1-5. 第五实施方式

[0213] 第五实施方式的物理量检测装置400的振动元件100的构造与第一实施方式~第四实施方式不同。此外,第五实施方式的物理量检测装置的功能框图与图1相同,因此省略其图示以及说明。

[0214] 接下来,参照附图对第五实施方式的振动元件100进行说明。图19为示意性示出第五实施方式的振动元件100的俯视图。图20为示意性示出第五实施方式的振动元件100的、图19的A-A'线剖视图,图20中为了方便说明,还图示出振动元件100与电荷放大器451、452的连接关系。此外,图19为从第一主面2a侧观察振动元件100的图,省略在振动片1形成的布线的图示。

[0215] 以下,在第五实施方式的振动元件100中,对于具有与上述的第一实施方式的振动元件100的结构部件相同的功能的部件标注相同附图标记,并省略详细的说明。

[0216] 在第五实施方式的振动元件100中,如图19以及图20所示,振动片1为所谓的音叉型的振动片。

[0217] 如图19以及图20所示,振动片1具有基部10、驱动检测振动臂260、262。第一驱动检测振动臂260以及第二驱动检测振动臂262沿X轴并排配置,并从基部10起沿Y轴延伸出。振动片1的材质例如为硅(Si)或硅半导体等。

[0218] 如图20所示,在第五实施方式的物理量检测装置400中所设置的振动元件100中,第一驱动检测振动臂260的截面为矩形状,在第一主面2a上沿X轴而以被固定电位布线70包夹的方式设置有第二检测电极42。在驱动输入电极30与固定电位布线70之间、驱动输出电极32与固定电位布线70之间、第一检测电极40与第二检测电极42之间分别设置压电膜80。压电膜80的材质例如为氧化锌(ZnO)、氮化铝(AlN)等。

[0219] 同样,第二驱动检测振动臂262的截面为矩形状,在第一主面2a上沿X轴而以被固定电位布线70包夹的方式设置有第四检测电极46。在驱动输出电极32与固定电位布线70之间、驱动输入电极30与固定电位布线70之间、第三检测电极44与第四检测电极46之间分别设置压电膜80。

[0220] 在振动元件100未被施加角速度的状态下,如果在设置于驱动检测振动臂260、262上的驱动输入电极30上施加预定的交流电压,则振动元件100在XY平面内沿互为相反的方向弯曲运动(驱动模式)。

[0221] 在驱动检测振动臂260、262进行这样的驱动振动的状态下,如果在振动元件100上施加有围绕Y轴的角速度,则将作用有与该角速度相应的科里奥利力,从而使驱动检测振动臂260、262沿Z轴方向而朝向互为相反的方向进行弯曲振动(检测模式)。通过该驱动检测振动臂260、262的振动(弯曲振动)而在第一检测电极40、第二检测电极42、第三检测电极44以及第四检测电极46分别产生第一检测信号、第二检测信号、第三检测信号以及第四检测信号。

[0222] 此时,第一检测信号的电极性与第二检测信号的电极性相反,第三检测信号的电极性与第四检测信号的电极性相反。另外,第一检测信号的电极性与第四检测信号的电极性相同,第二检测信号的电极性与第三检测信号的电极性相同。例如,当在第一检测电极40和第四检测电极46上产生正的电荷 $\delta+$ 时,在第二检测电极42和第三检测电极44上产生负的电荷 $\delta-$,当在第一检测电极40和第四检测电极46上产生负的电荷 $\delta-$ 时,在第二检测电极42和第三检测电极44上产生正的电荷 $\delta+$ 。第一检测信号和第四检测信号从端子部60a向检测电路450输出,第二检测信号和第三检测信号从端子部62a向检测电路450输出,检测电路450能够利用这些检测信号求出围绕Y轴的角速度。

[0223] 如图20所示,在本实施方式的物理量检测装置400中,振动元件100的连接有第一检测电极40和第四检测电极46的端子部60a与设置于电荷放大器451上的运算放大器的反转输入端子(一端子)相连接,因此电荷放大器451的输入信号为第一检测信号与第四检测信号相加后的信号。由于第一检测信号与第四检测信号为电极性相同的(同相位的)信号,因此电荷放大器451的输入信号的振幅同第一检测信号的振幅与第四检测信号的振幅之和几乎相等。

[0224] 同样,振动元件100的连接有第二检测电极42和第三检测电极44的端子部62a与设置于电荷放大器452上的运算放大器的反转输入端子(一端子)相连接,因此电荷放大器452的输入信号为第二检测信号与第三检测信号相加后的信号。第二检测信号与第三检测信号为电极性相同的(同相位的)信号,因此电荷放大器452的输入信号的振幅同第二检测信号的振幅与第三检测信号的振幅之和几乎相等。

[0225] 此外,第一检测信号与第四检测信号的和信号(即,电荷放大器451的输入信号)同第二检测信号与第三检测信号的和信号(即,电荷放大器452的输入信号)处于电极性相反(相反相位的)关系。因此,根据本实施方式的物理量检测装置400,与向第二检测电极42及第四检测电极46供给固定电位,并且向电荷放大器451只输入第一检测信号,向电荷放大器452只输入第三检测信号的以往的物理量检测装置相比,如果振动元件100的构造相同,则在振动元件100检测到相同角速度的情况下,向检测电路450输入的电荷量(电流量)增加,因此振动元件100的元件灵敏度(角速度的检测灵敏度)提高。因此,根据本实施方式,能够实现高精度并且高稳定性的物理量检测装置400。相反,如果振动元件100只要具有与以往的振动元件相同的元件灵敏度即可,则能够相应地提高偏移频率 Δf ,因此能够实现可靠性高的物理量检测装置400。

[0226] 此外,在本实施方式中,第一检测电极40及第四检测电极46与设置于电荷放大器451上的运算放大器的反转输入端子(一端子)相连接,因此与该运算放大器的非反转输入端子(+端子)虚拟短路,从而始终为基准电位。同样,第二检测电极42及第三检测电极44与设置于电荷放大器452上的运算放大器的反转输入端子(一端子)相连接,因此与该运算放

大器的非反转输入端子(+端子)虚拟短路,从而始终为基准电位。即,在本实施方式中,第一检测电极40、第二检测电极42、第三检测电极44以及第四检测电极46终为相同电位,不会在电极间产生电场。

[0227] 2. 电子设备

[0228] 接下来,参照附图对本实施方式的电子设备进行说明。本实施方式的电子设备包括本发明的物理量检测装置。以下,作为本发明的物理量检测装置,对于包括物理量检测装置400的电子设备进行说明。

[0229] 图21为示意性示出移动式(或者笔记本式)的个人计算机1100作为本实施方式的电子设备的立体图。

[0230] 如图21所示,个人计算机1100包括:具有键盘1102的主体部1104、具有显示部1108的显示单元1106,显示单元1106经由铰接构造部相对于主体部1104以能够转动的方式支承。

[0231] 在这样的个人计算机1100中内置有物理量检测装置400。

[0232] 图22为示意性示出移动电话机(包括PHS)1200作为本实施方式的电子设备的立体图。

[0233] 如图22所示,移动电话机1200具有多个操作按钮1202、听筒1204以及话筒1206,在操作按钮1202与听筒1204之间配置有显示部1208。

[0234] 在这样的移动电话机1200中内置有物理量检测装置400。

[0235] 图23示意性示出数字照相机1300作为本实施方式的电子设备的立体图。此外,在图23中还简单地示出与外部设置间的连接。

[0236] 在此,通常的摄像机通过被拍摄体的光像而对银盐胶片进行感光,相对于此,数字照相机1300通过CCD(Charge Coupled Device)等拍摄元件对被拍摄体的光像进行光电转换进而生成拍摄信号(图像信号)。

[0237] 在数字照相机1300的壳体(机身)1302的背面设置有显示部1310,基于CCD的拍摄信号而进行显示,显示部1310作为将被拍摄体显示为电子图像的取景器而发挥功能。

[0238] 另外,在壳体1302的正面侧(图中背面侧)设置包括光学透镜(拍摄光学系)、CCD等的受光单元1304。

[0239] 当拍摄者对在显示部1310上所显示的被拍摄体像进行确认并按下快门按钮1306时,此刻的CCD的拍摄信号将被传送并存储于存储器1308。

[0240] 另外,在该数字照相机1300中,在壳体1302的侧面设置有视频信号输出端子1312、数据通信用的输入输出端子1314。此外,根据需要而在视频信号输出端子1312上连接电视监视器1430,在数据通信用的输入输出端子1314上连接个人计算机1440。进而,通过规定的操作而将存储于存储器1308中的拍摄信号向电视监视器1430、个人计算机1440输出。

[0241] 在这样的数字照相机1300内置物理量检测装置400。

[0242] 此外,具有物理量检测装置400的电子设备除了图21所示的个人计算机(移动式个人计算机)、图22所示的移动电话机,图23所示的数字照相机之外,例如可以应用于喷墨式喷出装置(例如喷墨打印机)、台式个人计算机、电视、摄像机、磁带录像机、各种导航装置、寻呼机、电子记事簿(包括带有通信功能的)、电子词典、计算器、电子游戏设备、头戴式显示器、文字处理器、工作站、可视电话、防盗用电视监视器、电子双眼镜、POS终端、医疗设备(例

如电子体温计、血压计、血糖计、心电图测量装置、超声波诊断装置、电子内视镜)、鱼群探测器、各种测定设备、计量仪器类(例如,车辆、航空机、船舶的计量仪器类)、机器人、人体等的姿势控制、飞行模拟器等。

[0243] 在本实施方式的电子设备中,包括检测灵敏度较高的物理量检测装置400。因此,本实施方式的电子设备能够具有良好的特性。

[0244] 3. 移动体

[0245] 接下来,参照附图对本实施方式的移动体进行说明。本实施方式的移动体包括本发明的物理量检测装置。以下,作为本发明的物理量检测装置,对于包括物理量检测装置400的移动体进行说明。

[0246] 图24为示意性示出汽车1500作为本实施方式的移动体的立体图。

[0247] 在汽车1500内置有物理量检测装置400。具体地说,如图24所示,在汽车1500的车体1502上搭载有内置了检测汽车1500的角速度的振动元件100并对发动机的输出进行控制的电子控制单元(ECU:Electronic Control Unit)1504。除此之外,功能元件1还可以广泛应用于车体姿势控制单元、防抱死制动系统(ABS)、气囊、轮胎压力监测系统(TPMS:Tire Pressure Monitoring System)。

[0248] 在本实施方式的移动体中,包括检测灵敏度高的物理量检测装置400。因此,本实施方式的移动体能够具有良好的特性。

[0249] 本发明并不局限于本实施方式,可以在本发明的主旨的范围内实施各种的变形。

[0250] 例如,在上述各实施方式的物理量检测装置400中,在一个检测振动臂或一个驱动检测振动臂上设置第一检测电极40、第二检测电极42、第三检测电极44以及第四检测电极46,但也可以仅设置其一部分。例如,以第三实施方式的改变例3为例,如图25所示,可以在第二检测振动臂232上设置第一检测电极40与第二检测电极42,在第一检测振动臂230上设置第三检测电极44与第四检测电极46,如图26所示,可以在第一检测振动臂230上设置第一检测电极40与第四检测电极46,在第二检测振动臂232上设置第二检测电极42与第三检测电极44。

[0251] 另外,例如,振动元件100的振动片1除了双T型、H型、三脚型、音叉型以外,例如可以是梳齿型,还可以是三棱柱、四棱柱、圆柱状等形状的音片型。

[0252] 另外,作为振动片1的材料,并不局限于水晶(SiO_2)、钽酸锂(LiTaO_3)、铌酸锂(LiNbO_3)等压电单结晶的压电材料,可以使用锆钛酸铅(PZT)等压电陶瓷等压电性材料。

[0253] 另外,振动元件100所检测的物理量并不局限于角速度,可以是角加速度、加速度、速度、力等。即,检测电路450或物理量检测装置400不局限于输出角速度,可以输出与角加速度、加速度、速度、力等大小相应的信号。

[0254] 上述的实施方式以及改变例不过为一个示例,而并不局限于此。例如,还可以适当地组合各实施方式以及各改变例。

[0255] 本发明包括与在实施方式中说明的结构实际相同的结构(例如,功能、方法以及结果相同的结构或目的以及效果相同的结构)。另外,本发明包括更换了实施方式中说明的结构非本质的部分的结构。另外,本发明包括起到与在实施方式中说明的结构相同的作用效果的结构或者可实现相同的目的的结构。另外,在本发明实施方式所说明的结构中包括添加公知技术的结构。

[0256] 符号说明

[0257] 1…振动片、2a…第一主面、2b…第二主面、3…侧面、5…宽大部、10…基部、30…驱动输入电极、32…驱动输出电极、40…第一检测电极、42…第二检测电极、44…第三检测电极、46…第四检测电极、50…驱动输入布线、50a…端子部、52…驱动输出布线、52a…端子部、60…第一检测布线、60a…端子部、62…第二检测布线、62a…端子部、64…第三检测布线、64a…端子部、66…第四检测布线、66a…端子部、70…固定电位布线、70a…端子部、72…固定电位布线、72a…端子部、80…压电膜、100…振动元件、210…第一连结臂、212…第二连结臂、220…第一驱动振动臂、222…第二驱动振动臂、224…第三驱动振动臂、226…第四驱动振动臂、230…第一检测振动臂、232…第二检测振动臂、240…第一支承部、242…第二支承部、250…第一梁部、252…第二梁部、254…第三梁部、256…第四梁部、260…第一驱动检测振动臂、262…第二驱动检测振动臂、400…物理量检测装置、440…驱动电路、441…I/V转换电路、442…AC放大电路、443…振幅调整电路、450…检测电路、451、452…电荷放大器、453…差动放大电路、454…AC放大电路、455…同步检波电路、456…平滑电路、457…可变放大电路、458…滤波电路、1100…个人计算机、1102…键盘、1104…主体部、1106…显示单元、1108…显示部、1200…移动电话机、1202…操作按钮、1204…听筒、1206…话筒、1208…显示部、1300…数字照相机、1302…壳体、1304…受光单元、1306…快门按钮、1308…存储器、1310…显示部、1312…视频信号输出端子、1314…输入输出端子、1430…电视监视器、1440…个人计算机、1500…汽车、1502…车体。

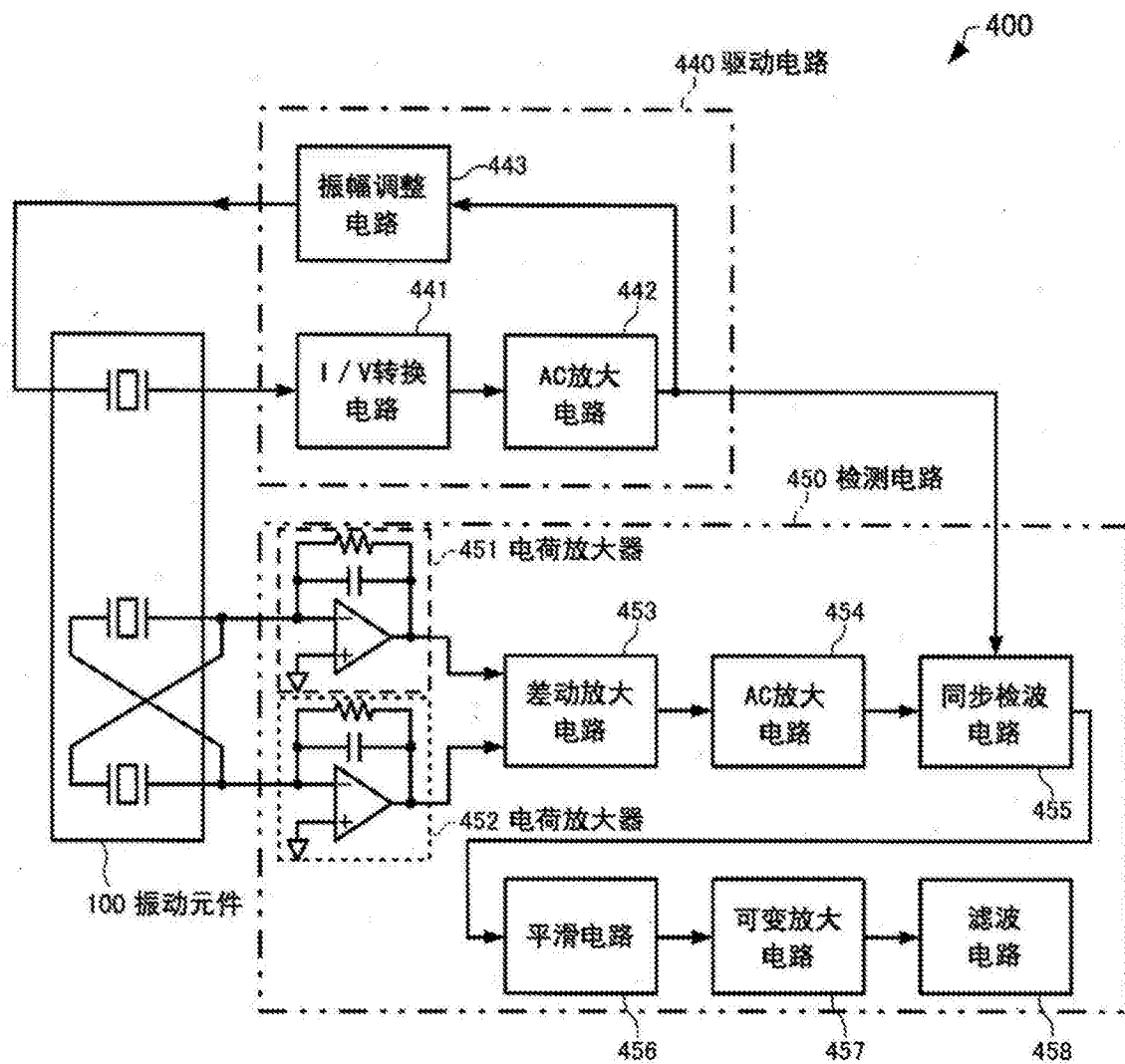


图1

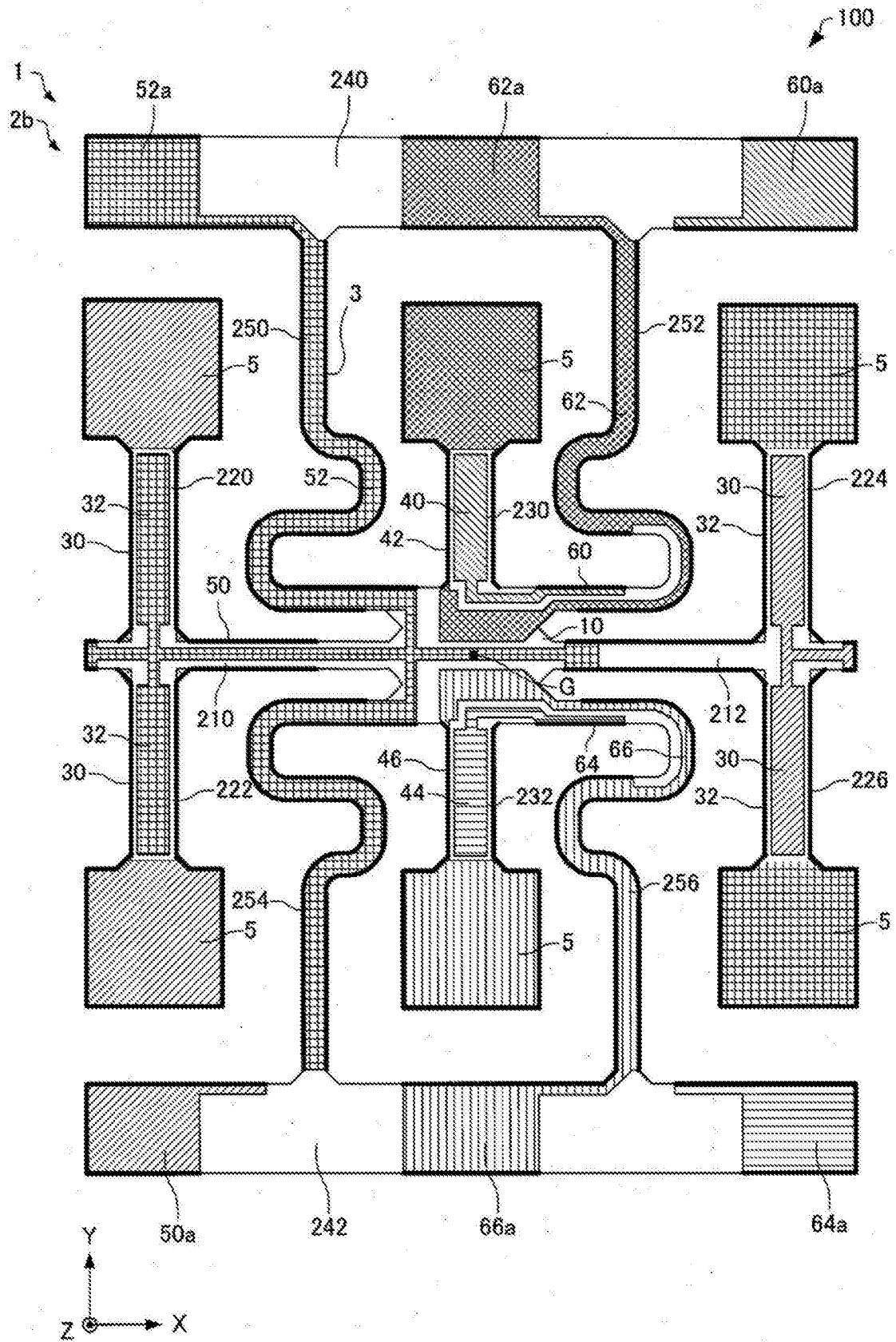


图3

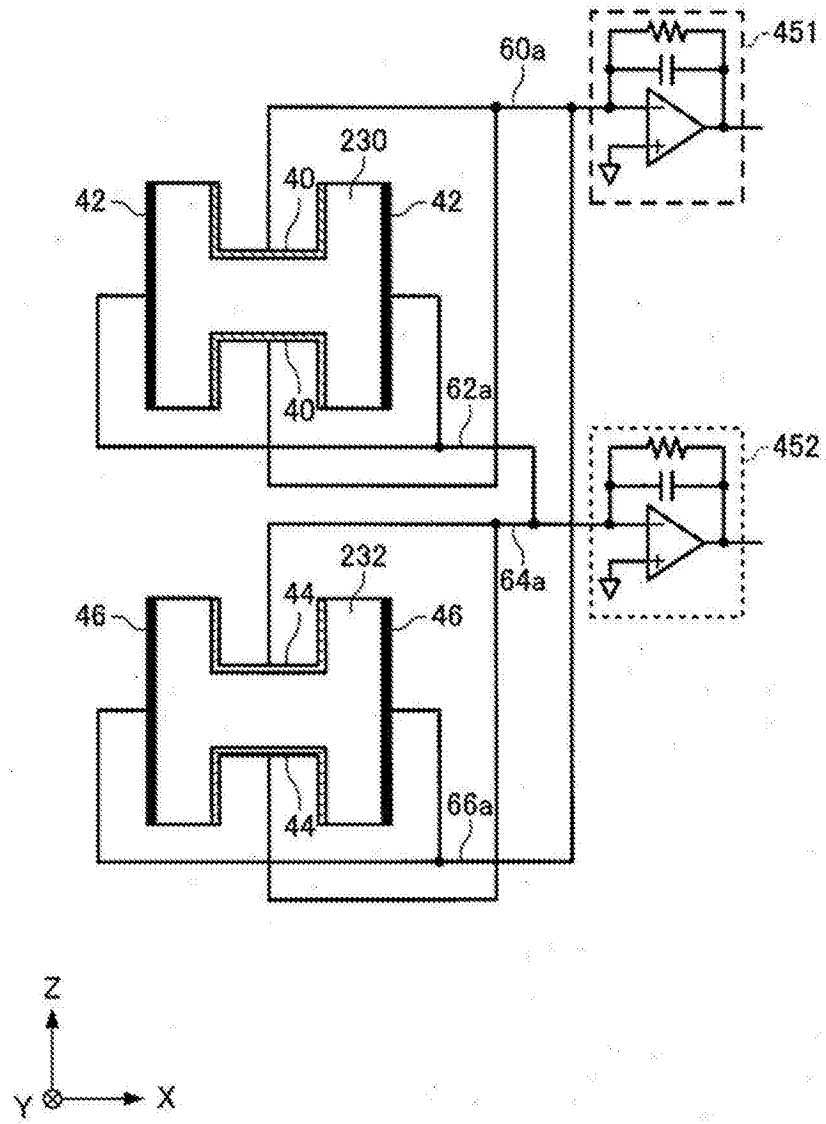


图4

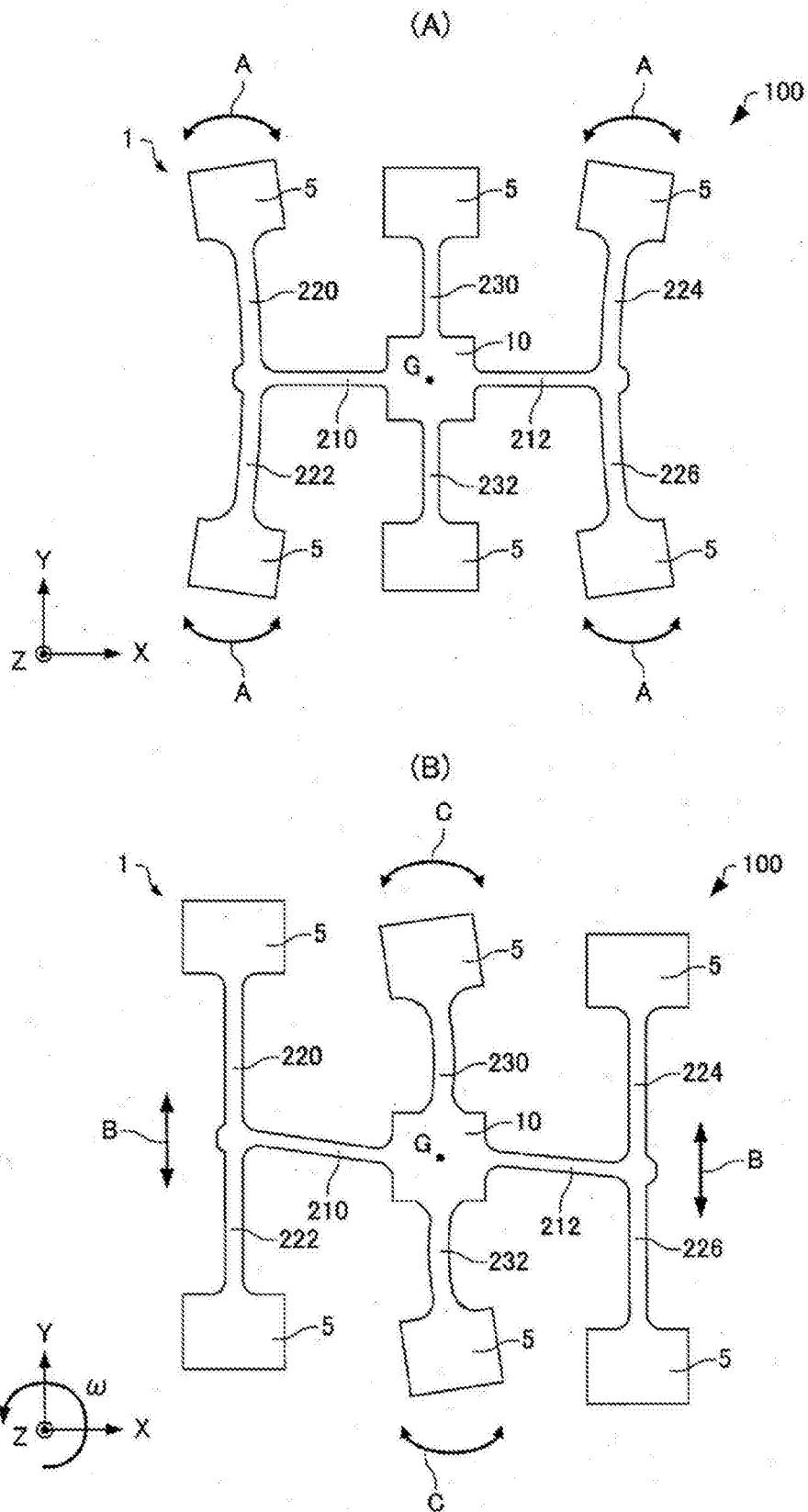


图5

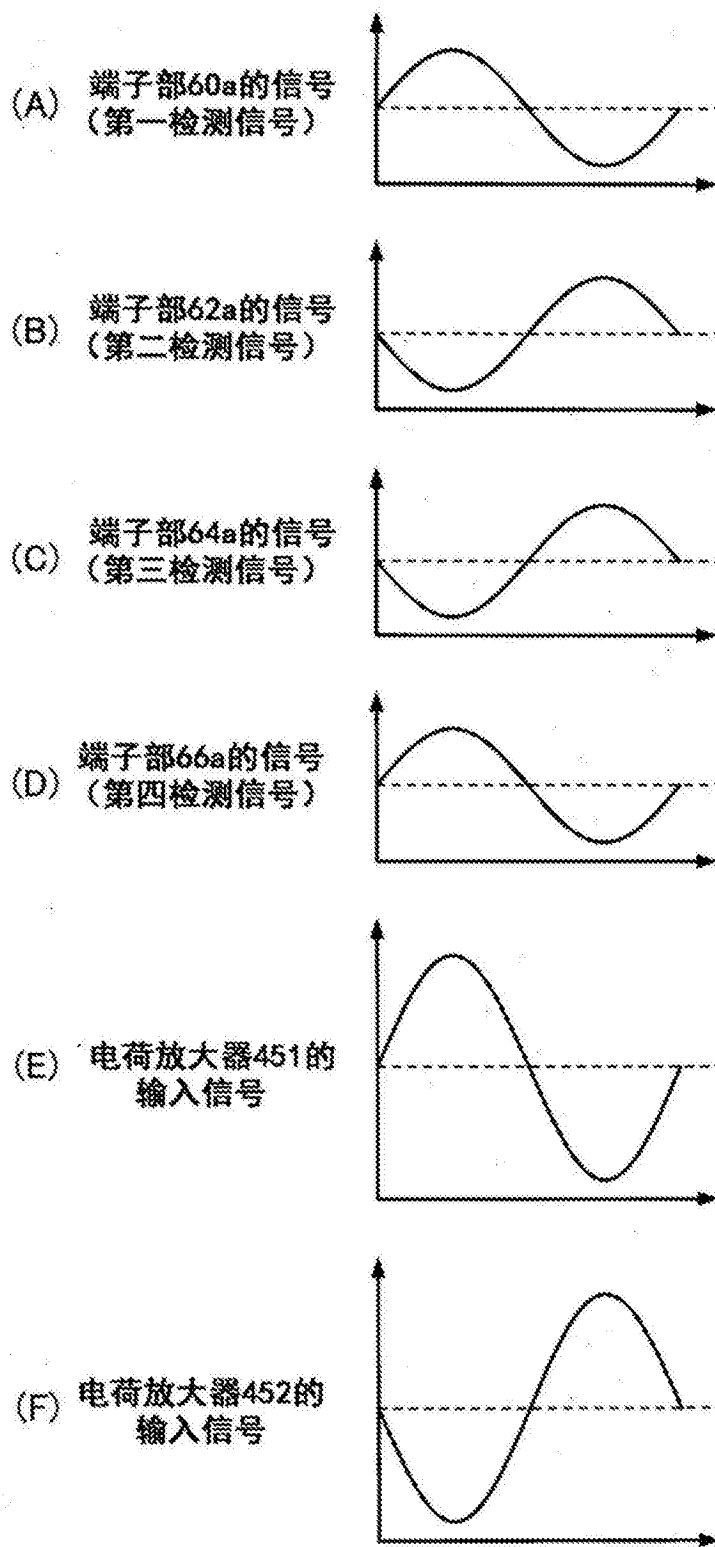


图6

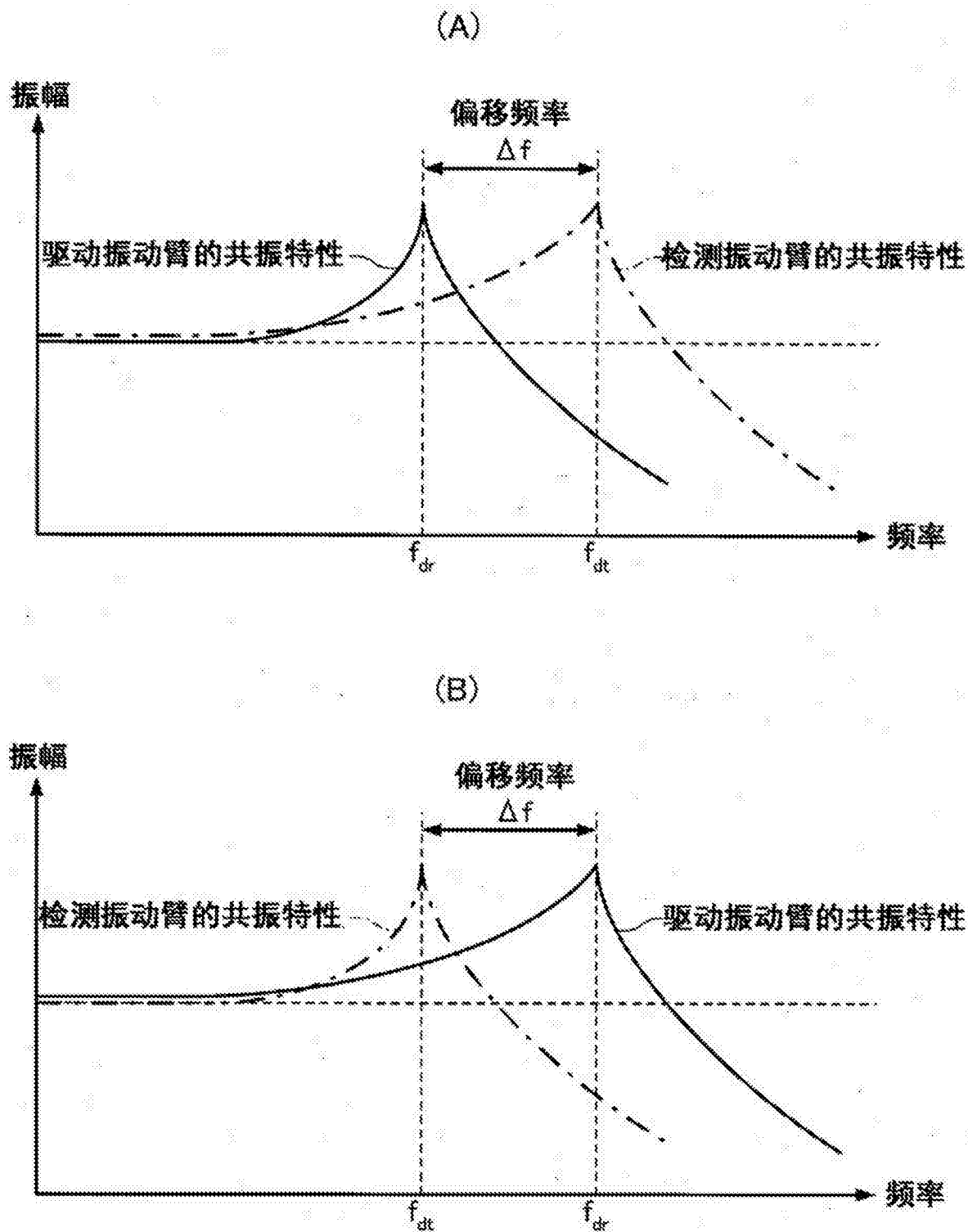


图7

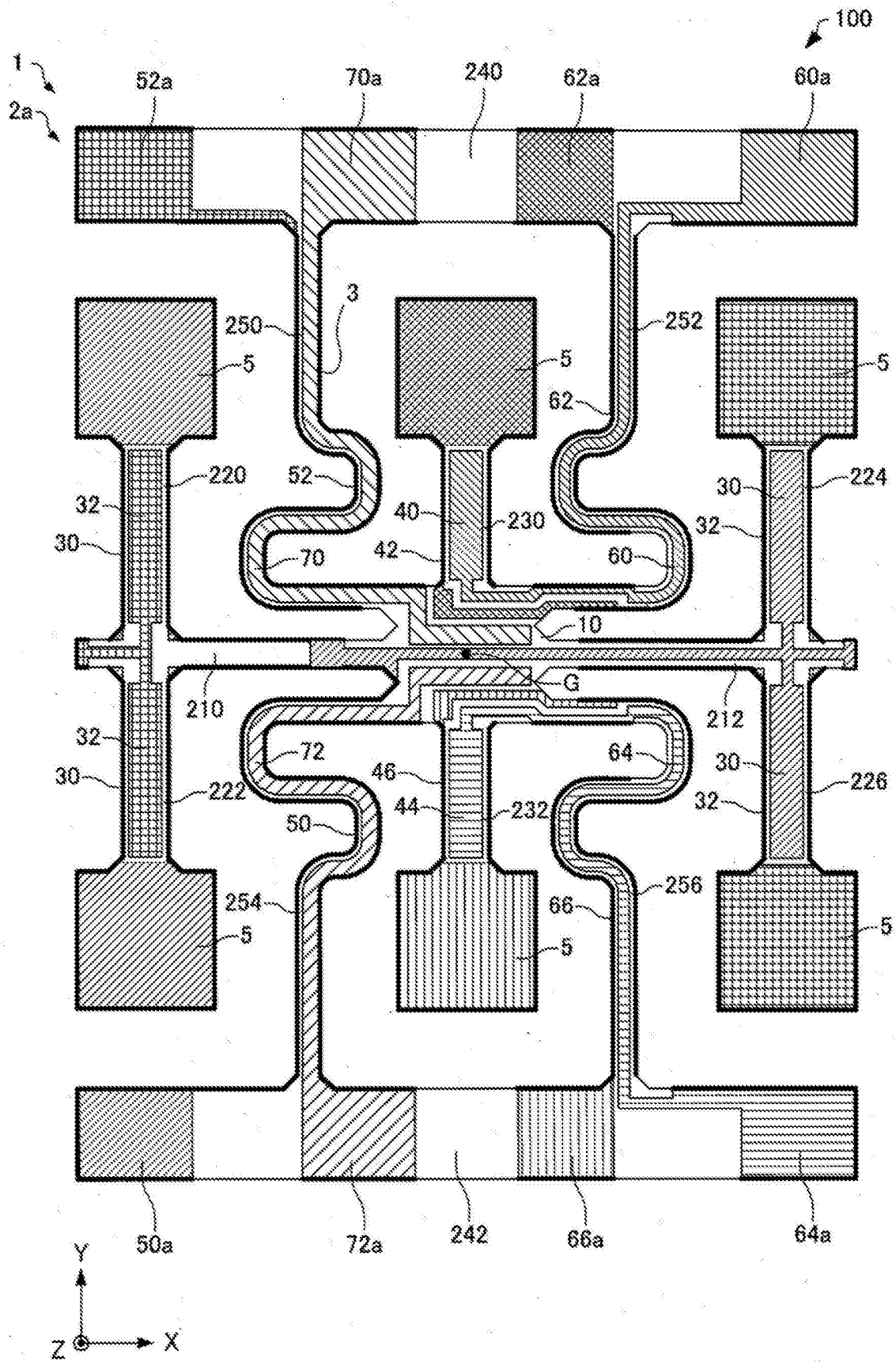


图8

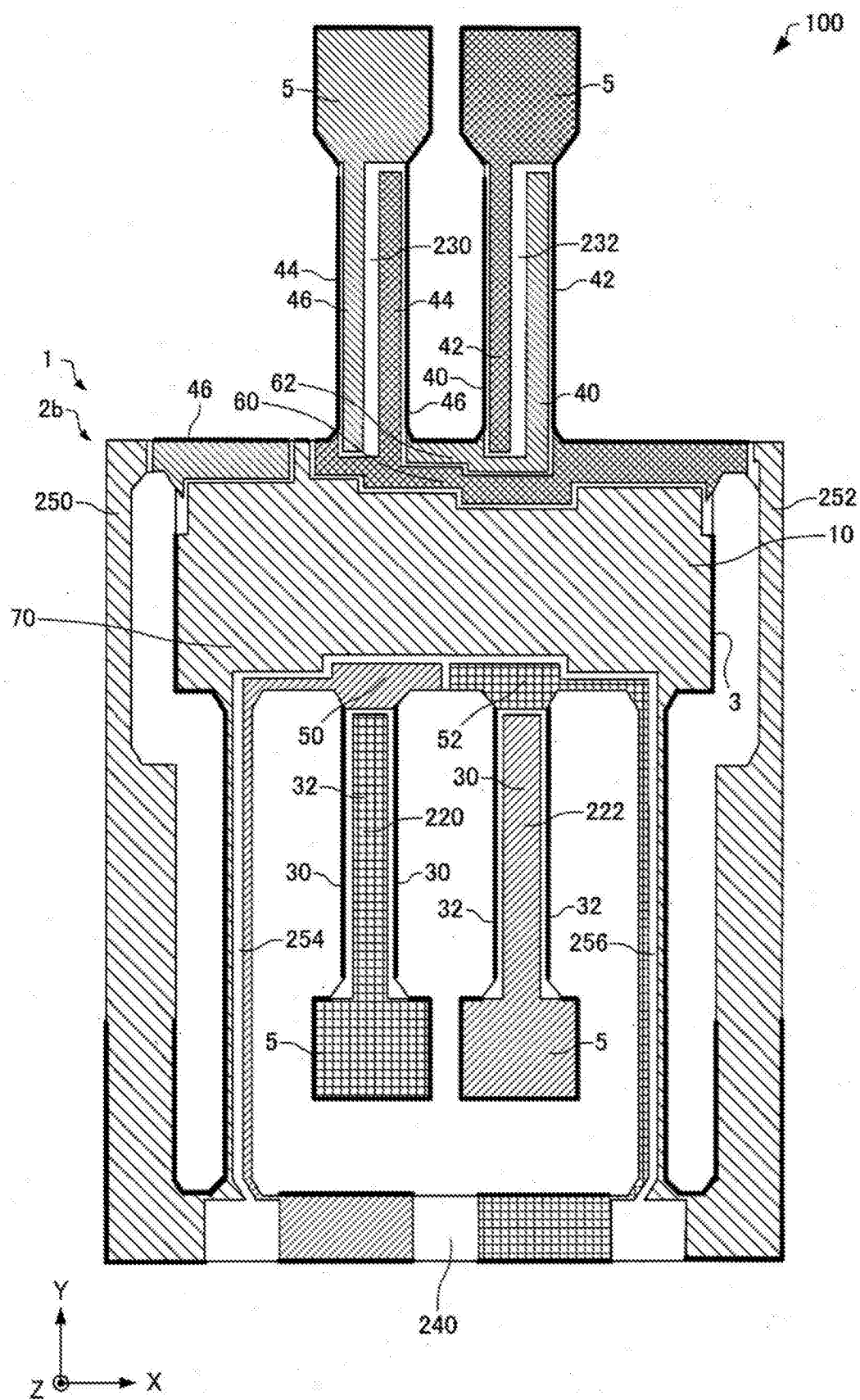


图 11

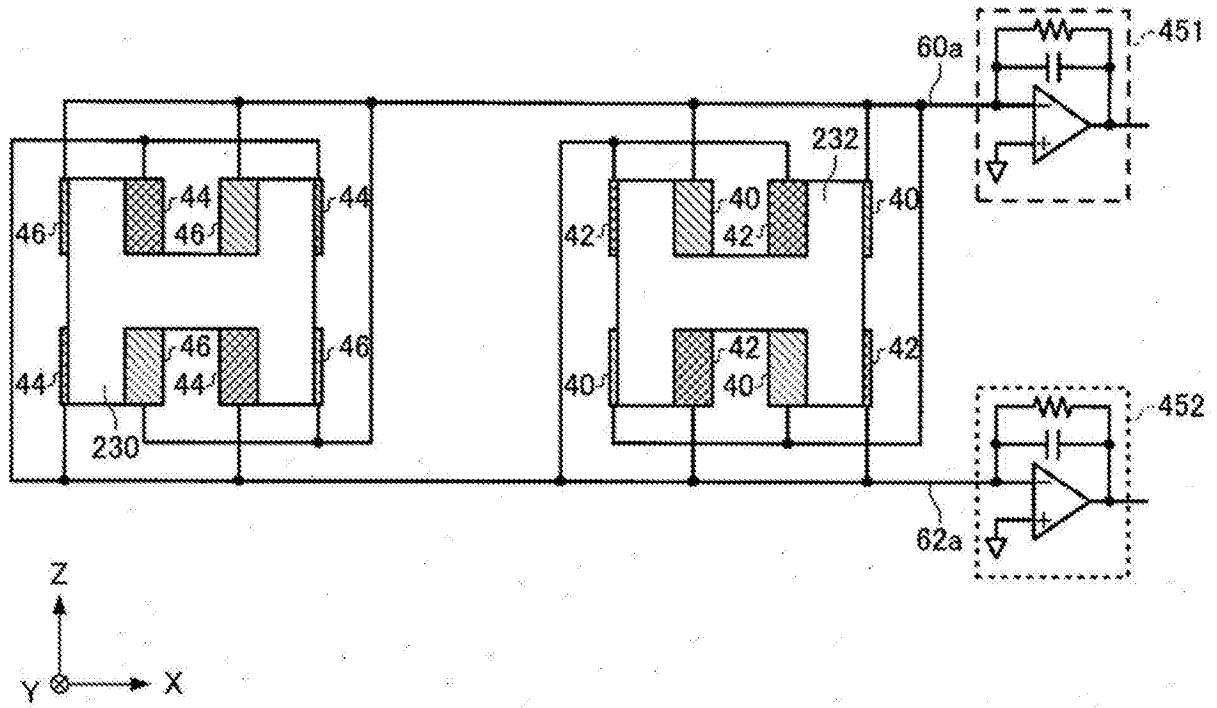


图12

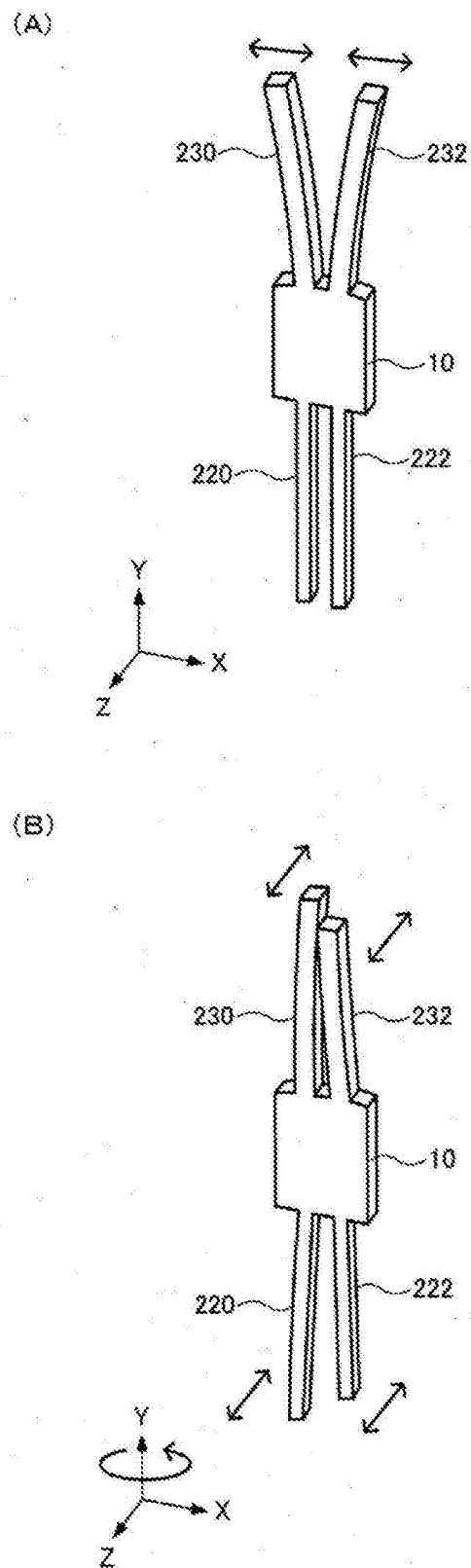


图13

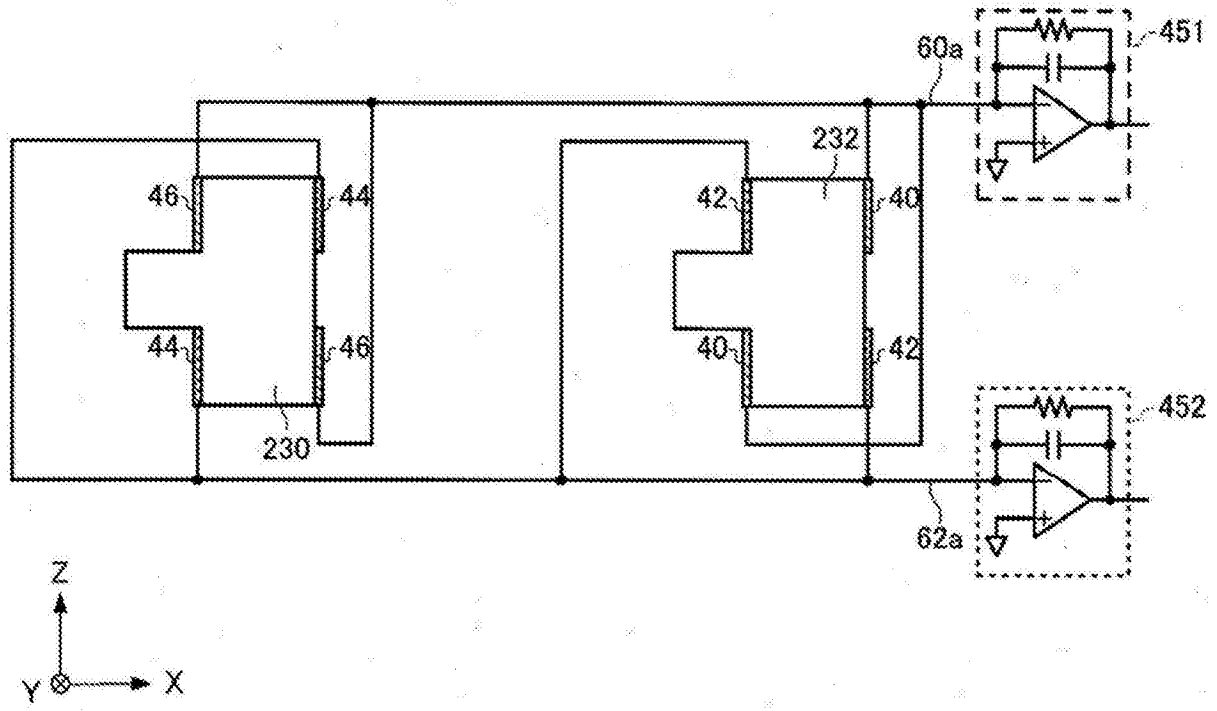


图14

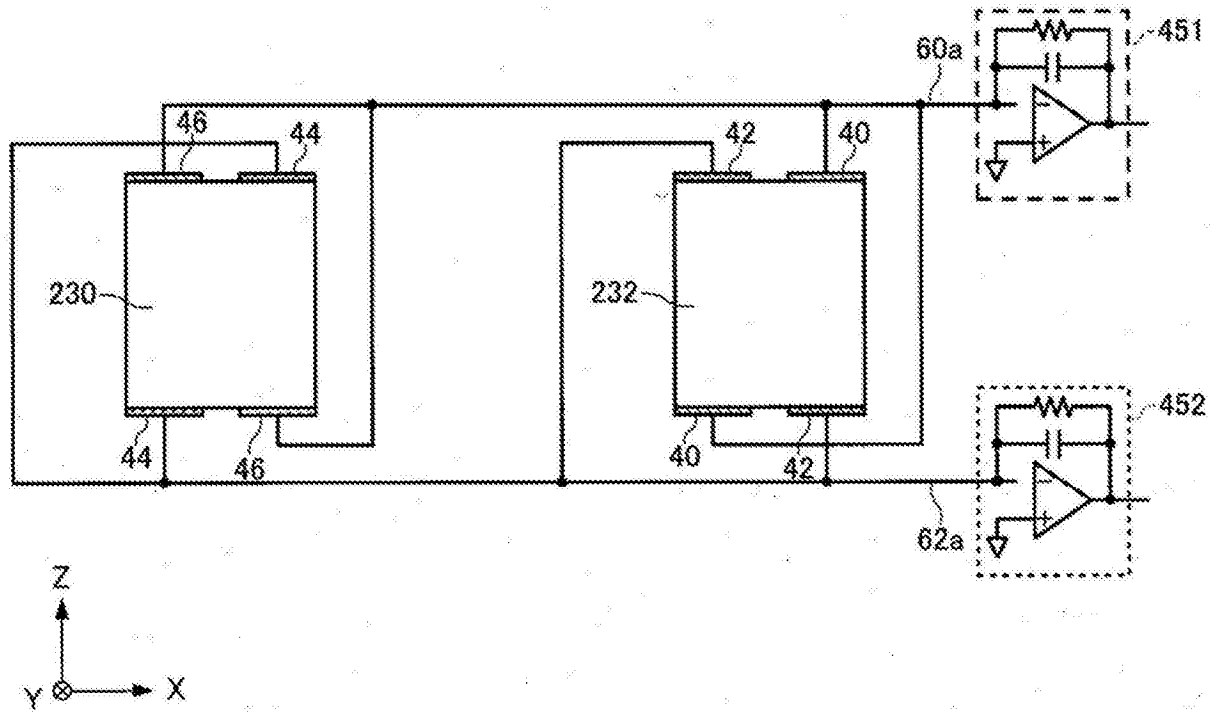


图15

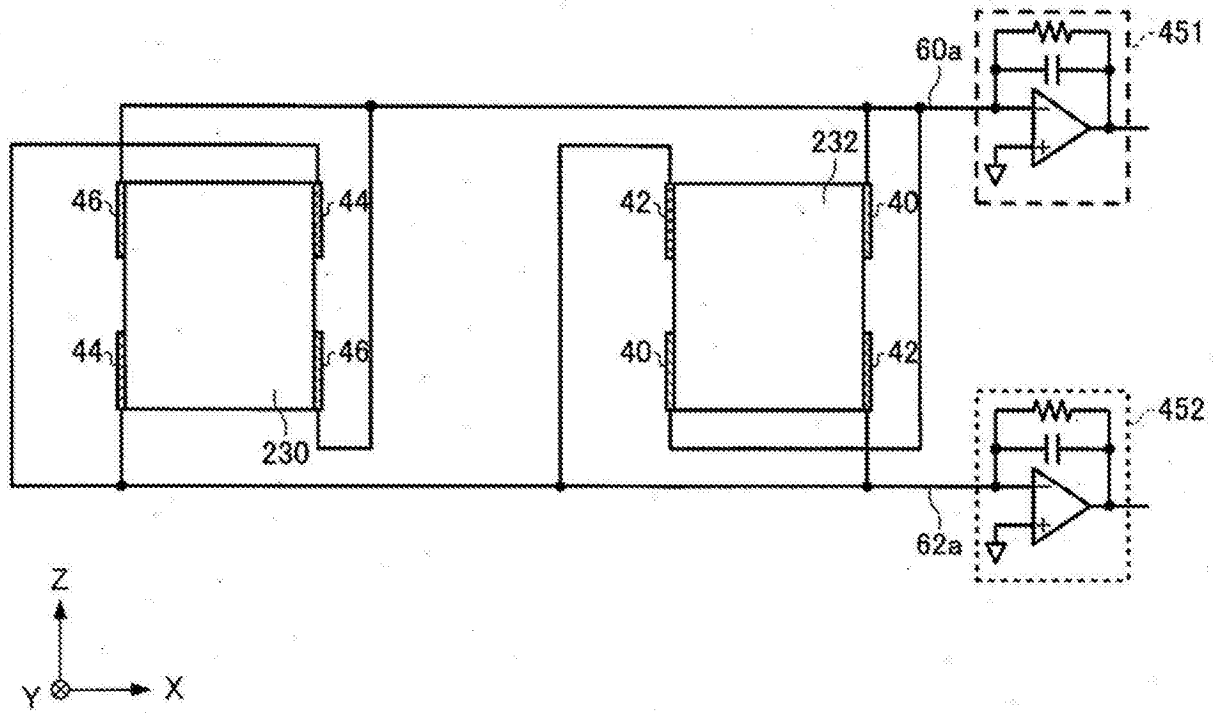


图16

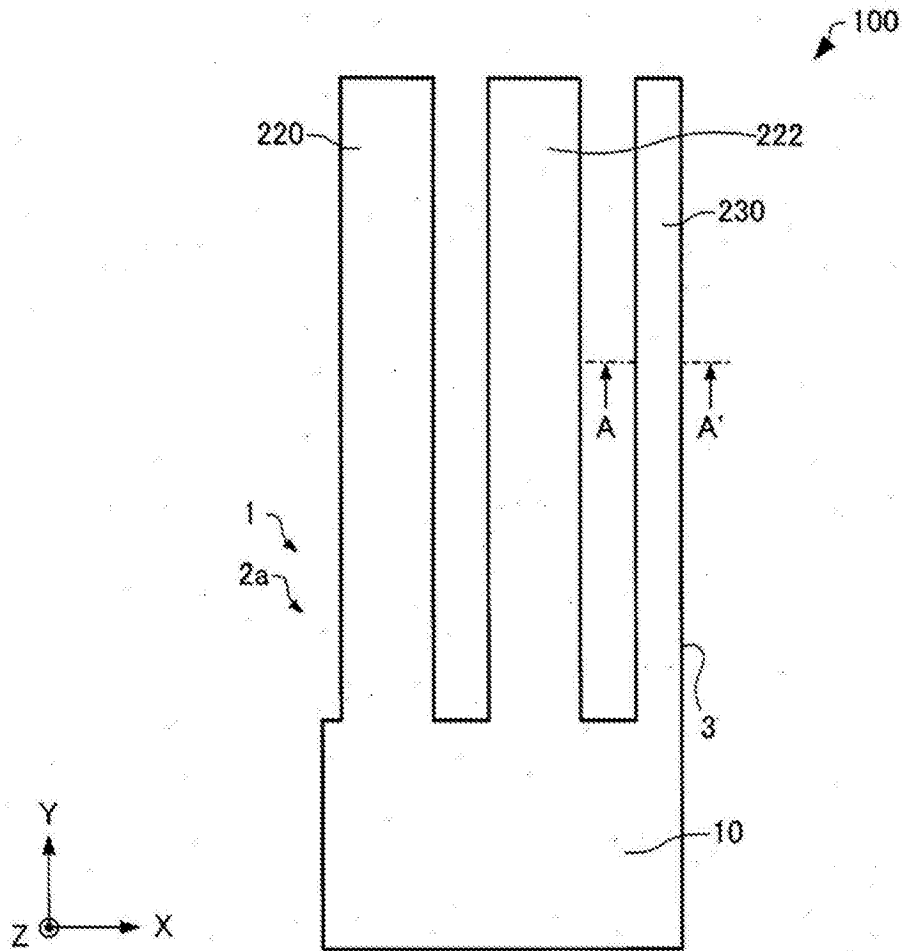


图17

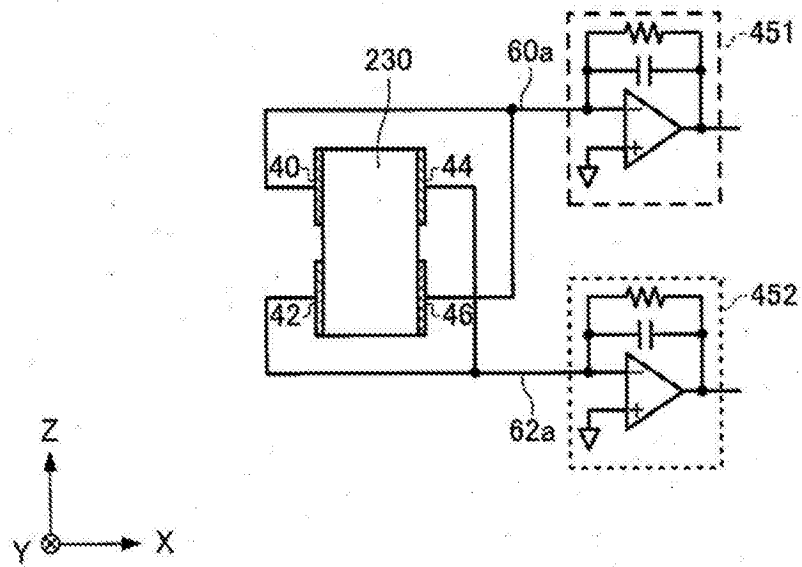


图18

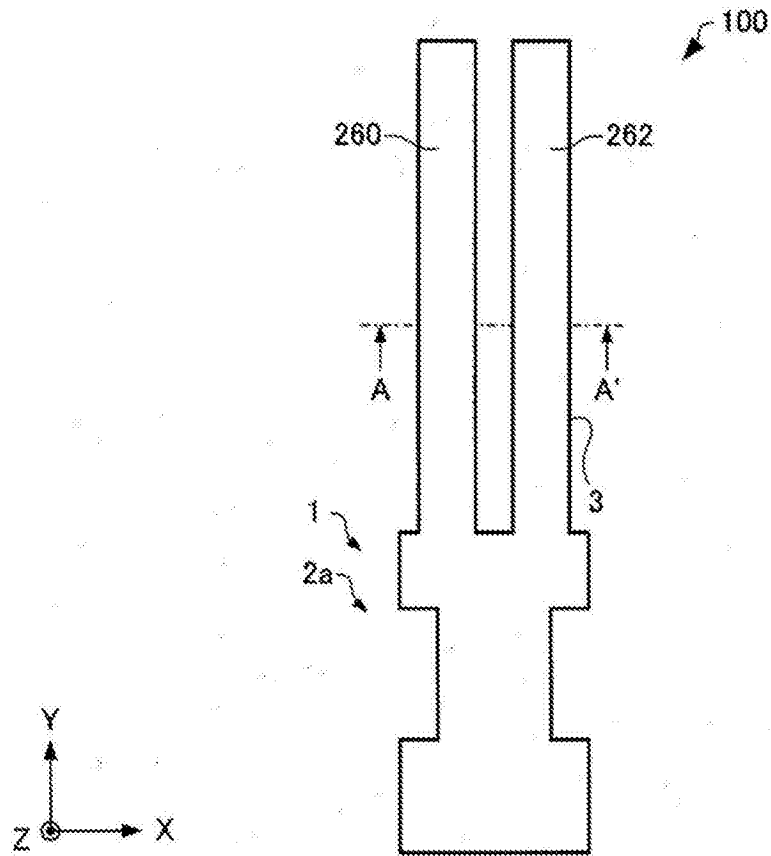


图19

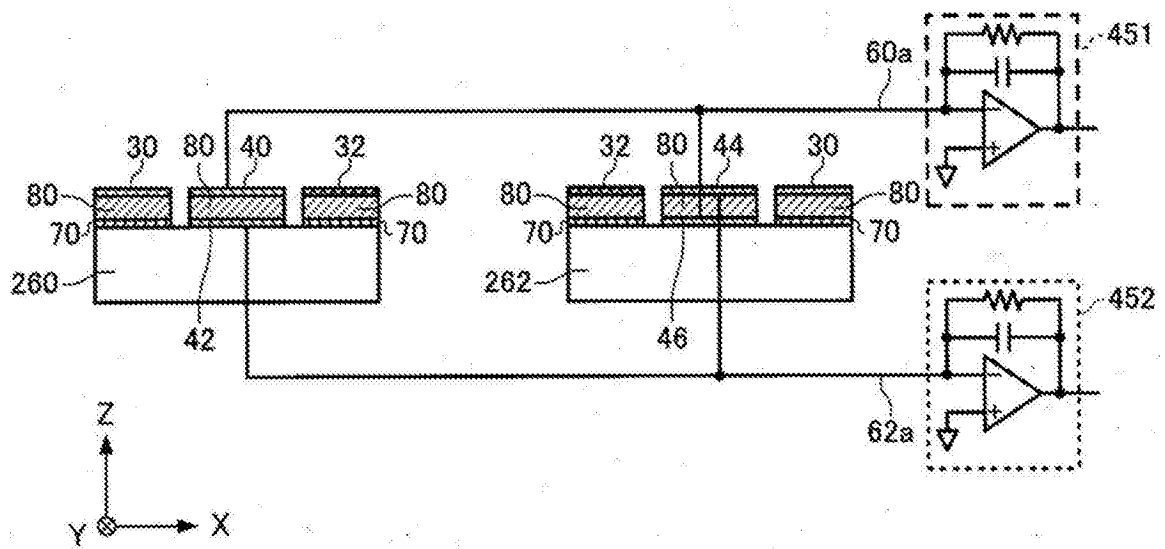


图20

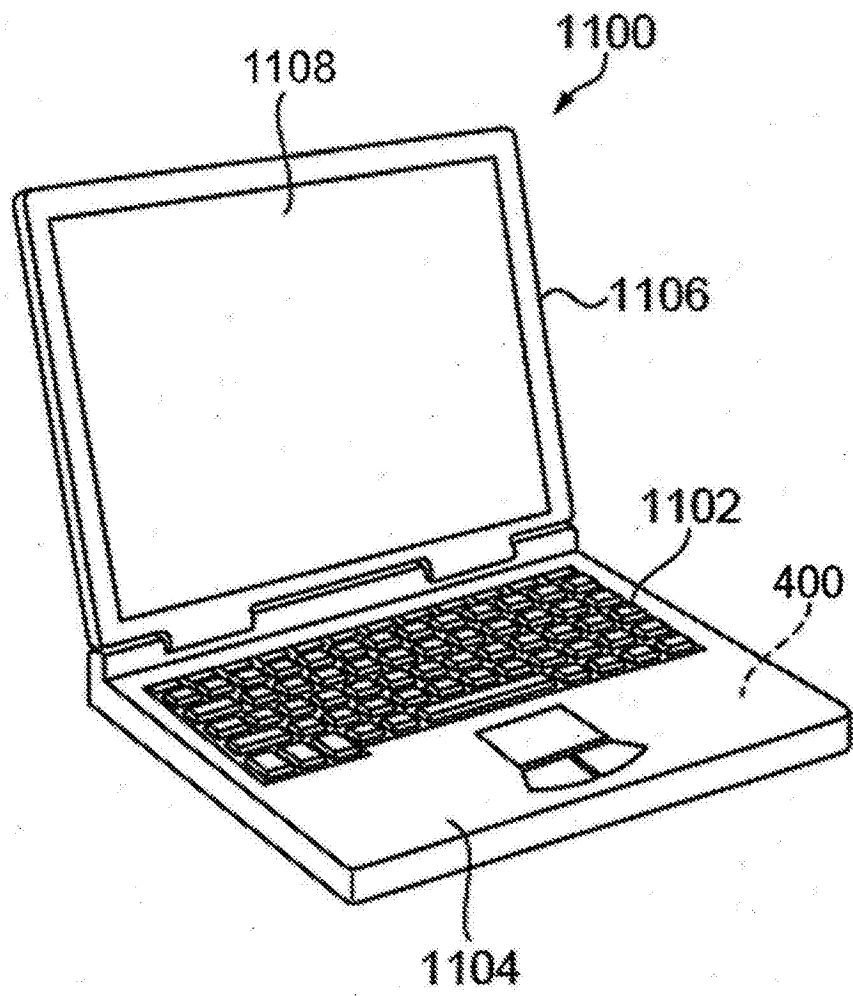


图21

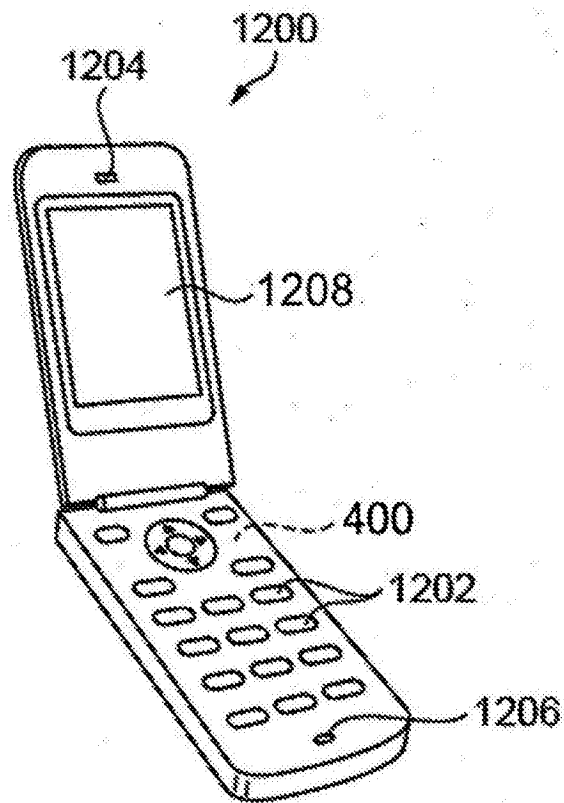


图22

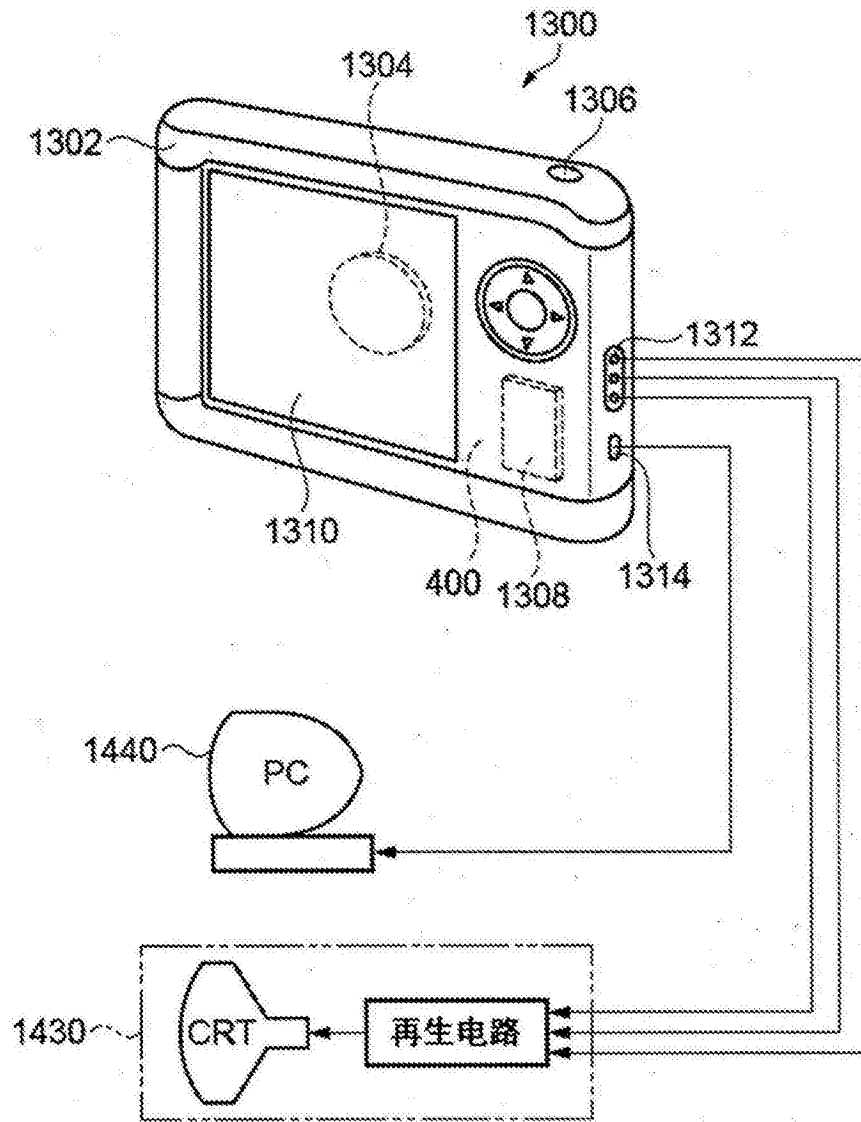


图23

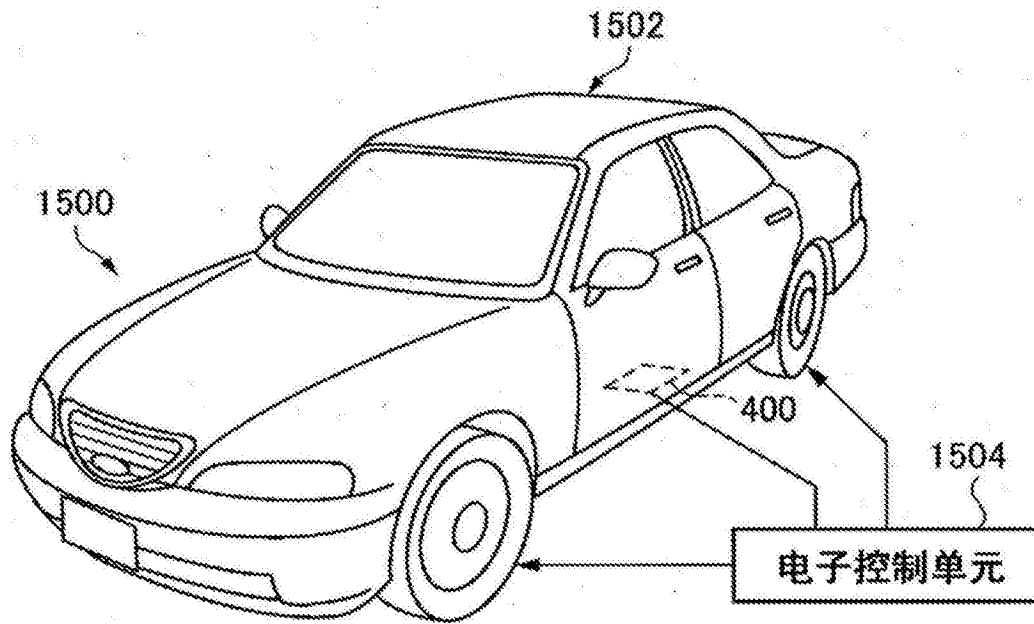


图24

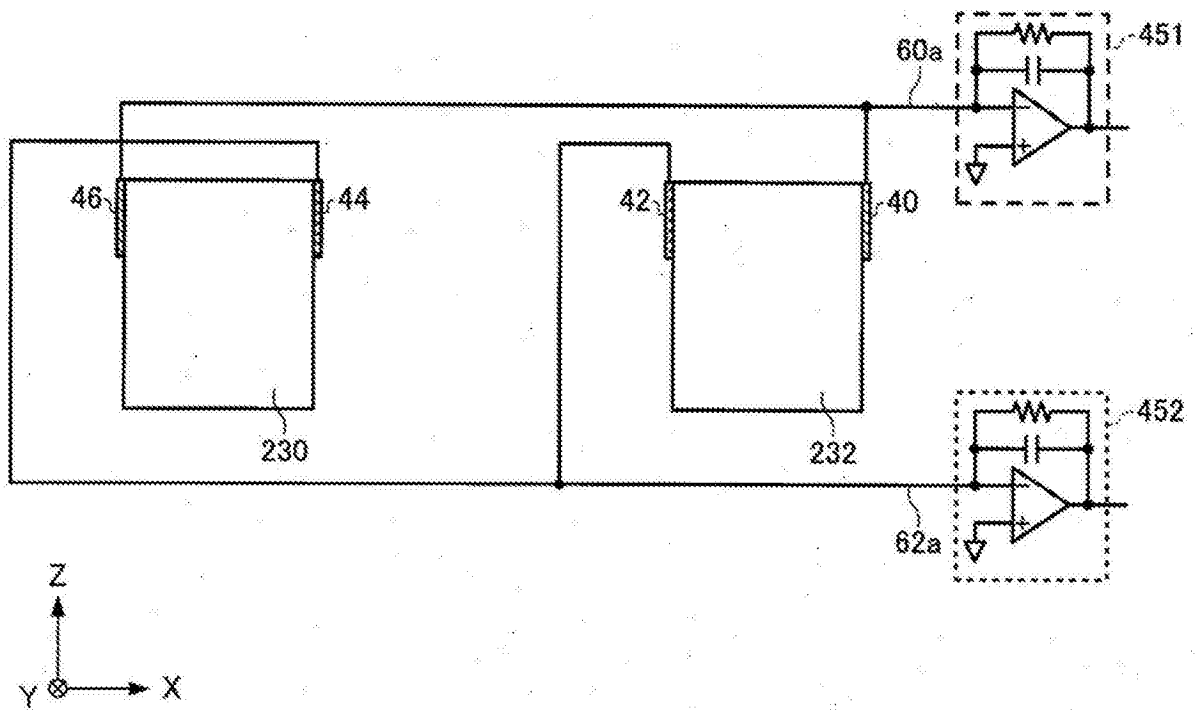


图25

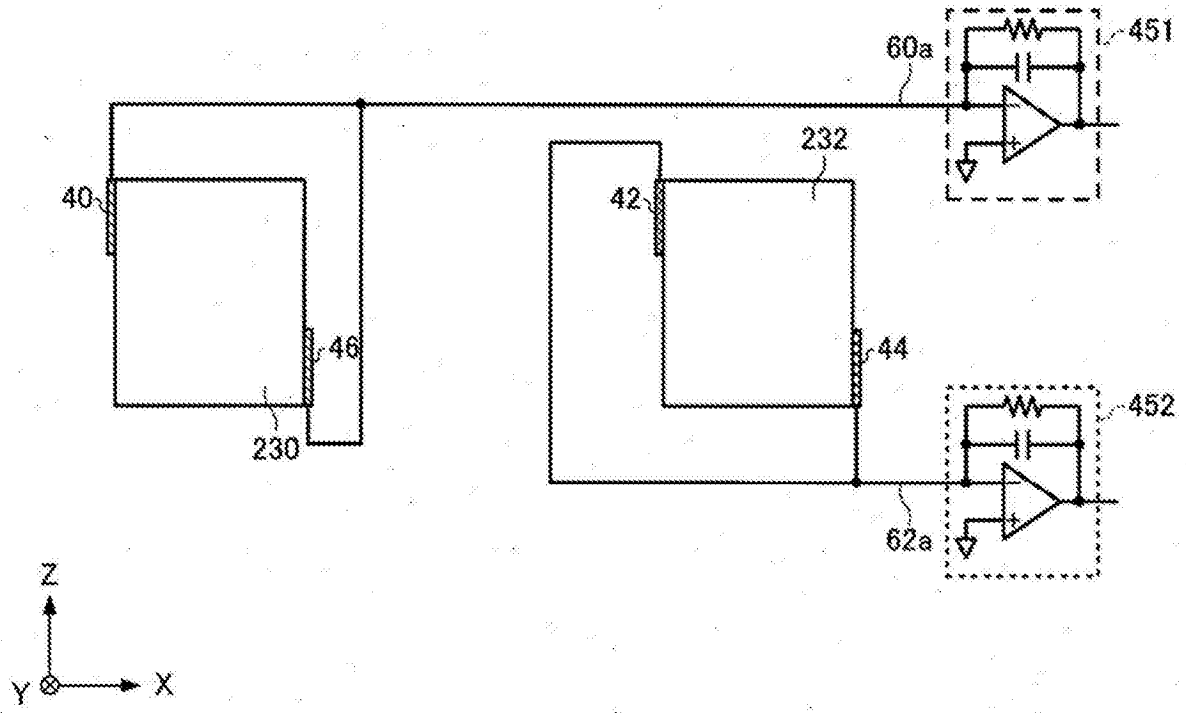


图26