



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 105987688 B

(45) 授权公告日 2021.05.18

(21) 申请号 201610161168.X

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2016.03.21

G01C 19/5642 (2012.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 王玲

申请公布号 CN 105987688 A

(43) 申请公布日 2016.10.05

(30) 优先权数据

2015-059147 2015.03.23 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 中川啓史

(74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限

公司 11225

代理人 黄威 苏萌萌

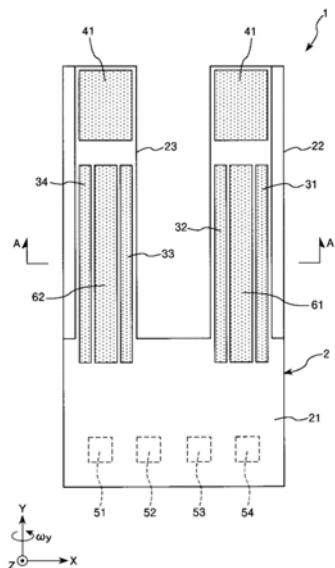
权利要求书1页 说明书16页 附图31页

(54) 发明名称

角速度检测元件、角速度检测装置、电子设备以及移动体

(57) 摘要

本发明提供一种能够抑制噪声的产生、减少检测精度下降的角速度检测元件、角速度检测装置、电子设备以及移动体。陀螺仪元件(1)具有：基部(21)；振动臂(22、23)，其与基部(21)连接；驱动用压电元件(31、32、33、34)，其被设置在振动臂(22、23)上，并以X轴同相且Z轴反相的驱动振动模式进行弯曲振动；检测用压电元件(61、62)，其被设置在振动臂(22、23)上，并对围绕检测轴的角速度进行检测，在使振动臂(22、23)以驱动振动模式进行弯曲振动的情况下，在检测用压电元件(61、62)中产生反相的信号，在使驱动臂(22、23)以驱动振动模式进行弯曲振动时施加了角速度(ω_y)的情况下，在检测用压电元件(61、62)中产生同相的信号。



1. 一种角速度检测元件, 其特征在于, 具有:

基部;

与所述基部连接的、向同一方向延伸的至少两个振动臂;

驱动部, 其被设置在所述两个振动臂上, 并以如下驱动振动模式而使所述两个振动臂进行弯曲振动, 所述驱动振动模式为, 在所述基部所展宽的平面的面内方向上为同相、且在所述基部的厚度方向上为反相的模式;

对围绕检测轴的角速度进行检测的至少两个检测部,

所述角速度检测元件以如下方式而被构成, 即,

在使所述两个振动臂以所述驱动振动模式进行弯曲振动时未施加有围绕检测轴的角速度的情况下, 在所述两个检测部中产生反相的信号,

在使所述两个振动臂以所述驱动振动模式进行弯曲振动时被施加了围绕检测轴的角速度的情况下, 在所述两个检测部中产生同相的信号。

2. 如权利要求1所述的角速度检测元件, 其中,

所述两个振动臂以随着趋于顶端侧而分离的方式倾斜。

3. 如权利要求1或2所述的角速度检测元件, 其中,

具有第一振动系统以及第二振动系统, 所述第一振动系统以及所述第二振动系统具有所述两个振动臂,

在所述驱动振动模式下, 所述第一振动系统的所述两个振动臂与所述第二振动系统的所述两个振动臂在所述面内方向上以反相进行弯曲振动。

4. 如权利要求3所述的角速度检测元件, 其中,

所述第一振动系统的所述第二振动系统侧的所述振动臂与所述第二振动系统的所述第一振动系统侧的所述振动臂, 在所述驱动振动模式下, 在所述基部的厚度方向上以反相进行弯曲振动。

5. 如权利要求1或2所述的角速度检测元件, 其中,

所述驱动部为, 被配置在所述振动臂上的压电元件。

6. 如权利要求1或2所述的角速度检测元件, 其中

所述检测部为, 被配置在所述振动臂上的压电元件。

7. 一种角速度检测装置, 其特征在于, 具备:

权利要求1至6中的任意一项所述的角速度检测元件;

封装件, 其对所述角速度检测元件进行收纳。

8. 一种电子设备, 其特征在于,

具备权利要求1至6中的任意一项所述的角速度检测元件。

9. 一种移动体, 其特征在于,

具备权利要求1至6中的任意一项所述的角速度检测元件。

角速度检测元件、角速度检测装置、电子设备以及移动体

技术领域

[0001] 本发明涉及一种角速度检测元件、角速度检测装置、电子元件以及移动体。

背景技术

[0002] 一直以来,作为用于检测角速度的陀螺仪元件而已知有专利文献1这样的陀螺仪元件。专利文献1所记载的陀螺仪元件具有:基部;一对驱动臂,其从基部向Y轴的一侧延伸;一对检测臂,其从基部向Y轴的另一侧延伸。在该陀螺仪元件中,当在以X轴反相模式使一对驱动臂进行驱动的状态下施加有围绕Y轴的角速度时,在一对检测臂上检测振动模式将被激励,根据通过该振动而产生的信号(电荷),而能够对围绕Y轴的角速度进行检测。

[0003] 在此,一般情况下,陀螺仪元件的外形形状是通过使用光刻技法和蚀刻技法来对水晶基板进行图案形成从而获得的。具体而言,在水晶基板的上表面以及下表面上形成与外形形状相对应的掩膜,并通过经由该掩膜而对水晶基板进行蚀刻,从而能够获得陀螺仪元件的外形形状。

[0004] 然而,在这种方法中,存在上下掩膜产生偏差,从而驱动臂的截面形状与设计形状产生偏差的问题。顺便说明一下,该问题在形成掩膜的装置的精度上是难以避免的。

[0005] 在产生了掩膜偏差的陀螺仪元件中,在驱动振动模式下X轴反相模式中会耦合有Z轴同相模式的振动,由于该Z轴同相模式的振动而使检测臂在Z轴方向上进行无用地振动,并由于该无用的振动而产生噪声。

[0006] 如此,在专利文献1的陀螺仪元件中,存在无法抑制噪声的产生,从而检测精度下降的问题。

[0007] 专利文献1:日本特开2013-205329号公报

发明内容

[0008] 本发明的目的在于,提供一种能够抑制噪声的产生从而减少检测精度的下降的角速度检测元件、角速度检测装置、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完成的发明,并能够作为以下的方式或应用例来实现。

[0010] 应用例1

[0011] 本应用例的角速度检测元件的特征在于,具有:

[0012] 基部;

[0013] 与所述基部连接的至少两个振动臂;

[0014] 驱动部,其被设置在所述两个振动臂上,并以如下驱动振动模式而使所述两个振动臂进行弯曲振动,所述驱动振动模式为,在所述基部的面内方向上为同相、且在所述基部的厚度方向上为反相的模式;

[0015] 对围绕检测轴的角速度进行检测的至少两个检测部,

[0016] 所述角速度检测元件以如下方式而被构成,即,

[0017] 在使所述两个振动臂以所述驱动振动模式进行弯曲振动的情况下,在所述两个检测部中产生反相的信号,

[0018] 在使所述两个振动臂以所述驱动振动模式进行弯曲振动时被施加了围绕检测轴的角速度的情况下,在所述两个检测部中产生同相的信号。

[0019] 由此,在驱动振动模式下,从一方的检测部中产生的信号与从另一方的检测部中产生的信号被消除。因此,能够提供一种可以抑制噪声的产生从而可以减少检测精度的下降的角速度检测元件。

[0020] 应用例2

[0021] 在本应用例的角速度检测元件中,优选为,所述两个振动臂以随着趋于顶端侧而分离的方式倾斜。

[0022] 由此,能够减少振动臂彼此的接触。

[0023] 应用例3

[0024] 在本应用例的角速度检测元件中,优选为,具有第一振动系统以及第二振动系统,所述第一振动系统以及所述第二振动系统具有所述两个振动臂,

[0025] 在所述驱动振动模式下,所述第一振动系统的所述两个振动臂与所述第二振动系统的所述两个振动臂在所述面内方向上以反相进行弯曲振动。

[0026] 由此,能够消除面内方向的振动,从而能够减少振动泄漏。

[0027] 应用例4

[0028] 在本应用例的角速度检测元件中,优选为,所述第一振动系统的所述第二振动系统侧的所述振动臂与所述第二振动系统的所述第一振动系统侧的所述振动臂,在所述驱动振动模式下,在所述基部的厚度方向上以反相进行弯曲振动。

[0029] 由此,能够减少振动臂彼此的接触。

[0030] 应用例5

[0031] 在本应用例的角速度检测元件中,优选为,所述驱动部为,被配置在所述振动臂上的压电元件。

[0032] 由此,使得驱动部的结构成为简单的结构。

[0033] 应用例6

[0034] 在本应用例的角速度检测元件中,优选为,所述检测部为,被配置在所述振动臂上的压电元件。

[0035] 由此,使得检测部的结构成为简单的结构。

[0036] 应用例7

[0037] 本应用例的角速度检测装置的特征在于,具备:

[0038] 上述应用例的角速度检测元件;

[0039] 封装件,其对所述角速度检测元件进行收纳。

[0040] 由此,能够获得可靠性较高的角速度检测装置。

[0041] 应用例8

[0042] 本应用例的电子设备的特征在于,具备上述应用例的角速度检测元件。

[0043] 由此,能够获得可靠性较高的电子设备。

[0044] 应用例9

[0045] 本应用例的移动体的特征在于,具备上述应用例的角速度检测元件。

[0046] 由此,能够获得可靠性较高的移动体。

附图说明

[0047] 图1为表示本发明的陀螺仪元件(角速度检测元件)的第一实施方式的俯视图。

[0048] 图2为图1中的A-A线剖视图。

[0049] 图3为表示图1所示的陀螺仪元件的驱动振动模式的图。

[0050] 图4为表示驱动振动模式时的检测信号的图。

[0051] 图5为对图1所示的陀螺仪元件的制造时的掩膜偏差进行说明的剖视图。

[0052] 图6为表示产生了图5所示的掩膜偏差的情况下驱动振动模式时的检测信号的图。

[0053] 图7的(a)为表示驱动振动模式的示意图,图7的(b)为表示检测振动模式的示意图。

[0054] 图8为表示检测振动模式时的检测信号的图。

[0055] 图9为表示振动臂的横截面形状的改变例的剖视图。

[0056] 图10为表示本发明的陀螺仪元件(角速度检测元件)的第二实施方式的俯视图。

[0057] 图11为表示本发明的陀螺仪元件(角速度检测元件)的第三实施方式的俯视图。

[0058] 图12为图11中的B-B线剖视图。

[0059] 图13为表示图11所示的陀螺仪元件的驱动振动模式的图。

[0060] 图14的(a)为表示驱动振动模式的示意图,图14的(b)为表示检测振动模式的示意图。

[0061] 图15的(a)为表示驱动振动模式时的检测信号的图,图15的(b)为表示检测振动模式时的检测信号的图。

[0062] 图16为表示本发明的陀螺仪元件(角速度检测元件)的第四实施方式的剖视图。

[0063] 图17为表示图16所示的陀螺仪元件的驱动振动模式的图。

[0064] 图18为表示本发明的陀螺仪元件(角速度检测元件)的第五实施方式的剖视图。

[0065] 图19为表示图18所示的陀螺仪元件的驱动振动模式的图。

[0066] 图20的(a)为表示驱动振动模式的示意图,图20的(b)为表示检测振动模式的示意图。

[0067] 图21的(a)为表示驱动振动模式时的检测信号的图,图21的(b)为表示检测振动模式时的检测信号的图。

[0068] 图22为表示本发明的陀螺仪元件(角速度检测元件)的第六实施方式的俯视图。

[0069] 图23的(a)为图22中的C-C线剖视图,图23的(b)为图22中的D-D线剖视图。

[0070] 图24的(a)为表示驱动振动模式的示意图,图24的(b)为表示检测振动模式的示意图。

[0071] 图25的(a)为表示驱动振动模式时的检测信号的图,图25的(b)为表示检测振动模式时的检测信号的图。

[0072] 图26为表示本发明的角速度检测装置的优选的实施方式的图,图26的(a)为俯视图、图26的(b)为图26的(a)中的E-E线剖视图。

- [0073] 图27为表示陀螺仪传感器的优选的实施方式的剖视图。
- [0074] 图28为应用了本发明的电子设备的移动型(或笔记本式)的个人计算机的结构的立体图。
- [0075] 图29为表示应用了本发明的电子设备的便携式电话机(也包括智能手机、PHS: Personal Handy-phone System,个人手机系统等)的结构的立体图。
- [0076] 图30为表示应用了本发明的电子设备的数码照相机的结构的立体图。
- [0077] 图31为表示应用了本发明的移动体的汽车的结构的立体图。

具体实施方式

[0078] 以下,根据附图所示的实施方式来对本发明的角速度检测元件、角速度检测装置、电子设备以及移动体进行详细说明。

[0079] 1. 角速度检测元件

[0080] 第一实施方式

[0081] 图1为表示本发明的陀螺仪元件(角速度检测元件)的第一实施方式的俯视图。图2为图1中的A-A线剖视图。图3为表示图1所示的陀螺仪元件的驱动振动模式的图。图4为表示驱动振动模式时的检测信号的图。图5为对图1所示的陀螺仪元件的制造时的掩膜偏差进行说明的剖视图。图6为表示产生了图5所示的掩膜偏差的情况下驱动振动模式时的检测信号的图。在图7中,(a)为表示驱动振动模式的示意图,(b)为表示检测振动模式的示意图。图8为表示检测振动模式时的检测信号的图。图9为表示振动臂的横截面形状的改变例的剖视图。另外,在下文中,如图1所示,将互相正交的三个轴设为X轴、Y轴、Z轴。此外,为了便于说明,将+Z轴侧称为“上侧”,将-Z轴侧称为“下侧”。

[0082] 图1所示的陀螺仪元件(角速度检测元件)1为,能够对围绕Y轴的角速度 ω_y 进行检测的陀螺仪元件。这种陀螺仪元件1具有:振动基板2、被配置在振动基板2上的作为驱动部的驱动用压电元件(压电元件)31、32、33、34、作为检测部的检测用压电元件(压电元件)61、62、各种端子51、52、53、54、质量调节膜41。

[0083] 以下,虽然是对陀螺仪元件1的结构进行详细说明,但是在下文中,也将未施加有角速度 ω_y 的状态下的振动模式称为“驱动振动模式”,将通过正在以驱动振动模式进行驱动时所施加的角速度 ω_y 而被激励的新的振动模式称为“检测振动模式”。

[0084] 作为振动基板2的结构材料,只要是 ω 能够发挥所需的振动特性的材料,则未被特别限定,能够使用各种压电体材料、各种非压电体材料。

[0085] 作为构成振动基板2的压电体材料,例如能够使用水晶、铌酸锂(LiNbO₃)、钽酸锂(LiTaO₃)、锆钛酸铅(PZT)、四硼酸锂(Li₂B₄O₇)、硅酸镓镧(La₃Ga₅SiO₁₄)等各种压电体材料。

[0086] 另一方面,作为构成振动基板2的非压电体材料,例如能够列举出硅、石英等。尤其是,作为构成振动基板2的非压电体材料优选为硅。当由硅构成振动基板2时,能够比较廉价地实现具有优异的振动特性的振动基板2。此外,使用公知的微细加工技术,从而能够以与蚀刻相比而更高的尺寸精度来形成振动基板2。因此,在下文中,为了便于说明,对由硅构成振动基板2的情况进行说明。

[0087] 这种振动基板2具有基部21和从基部21的+Y轴侧的端部起向+Y轴侧延伸的振动臂22、23。

[0088] 基部21对振动臂22、23进行支承。此外，基部21为，在XY平面上具有展宽且在Z轴方向上具有厚度的平板状。而且，在基部21处，陀螺仪元件1被固定在对象物(例如，后述的封装件8的基座81)上。此外，在基部21的下表面上，在X轴方向上并排设置有驱动信号端子51、驱动接地端子52、检测信号端子53以及检测接地端子54。

[0089] 振动臂22、23被并排设置在X轴方向上，且互相从基部21起向+Y轴侧延伸。此外，如图2所示，这些振动臂22、23的横截面形状成为大致平行四边形。此外，作为振动臂22、23的横截面形状的平行四边形向互为相反的一侧倾斜，并相对于YZ平面而对称。

[0090] 此外，在振动臂22的上表面上，设置有一对驱动用压电元件31、32和检测用压电元件61。同样地，在振动臂23的上表面上，设置有一对驱动用压电元件33、34和检测用压电元件62。

[0091] 如图1以及图2所示，驱动用压电元件31、32以在振动臂22的宽度方向上分离的方式而配置，检测用压电元件61被配置于这两个驱动用压电元件31、32之间。具体而言，驱动用压电元件31位于振动臂22的+X轴侧的端部处，驱动用压电元件32位于振动臂22的-X轴侧的端部处，检测用压电元件61位于振动臂22的宽度方向中央部处。

[0092] 此外，驱动用压电元件31、32以及检测用压电元件61分别沿着Y轴方向而延伸，且延长至基部21为止。驱动用压电元件31、32通过通电而在Y轴方向上进行伸缩，并且能够通过以反相的方式来进行驱动用压电元件31、32的伸缩，而使振动臂22在X轴方向上进行弯曲振动。另一方面，检测用压电元件61根据振动臂22的Z轴方向的振动(面外振动)而进行伸缩，从而产生与该伸缩相对应的电荷。

[0093] 同样地，驱动用压电元件33、34以在振动臂23的宽度方向上分离的方式而配置，检测用压电元件62被配置于这两个驱动用压电元件33、34之间。具体而言，驱动用压电元件33位于振动臂23的+X轴侧的端部处，驱动用压电元件34位于振动臂23的-X轴侧的端部处，检测用压电元件62位于振动臂23的宽度方向中央部处。

[0094] 此外，驱动用压电元件33、34以及检测用压电元件62分别沿着Y轴方向而延伸，且延长至基部21为止。驱动用压电元件33、34通过通电而在Y轴方向上进行伸缩，并且能够通过以反相的方式来进行驱动用压电元件33、34的伸缩，而使振动臂23在X轴方向上进行弯曲振动。另一方面，检测用压电元件62根据振动臂23的Z轴方向的振动(面外振动)而进行伸缩，从而产生与该伸缩相对应的电荷。

[0095] 检测用压电元件61、62互为相同结构。具体而言，如图2所示，检测用压电元件61、62具有：检测信号电极611、621、与检测信号电极611、621对置配置的检测接地电极612、622、被配置于检测信号电极611、621与检测接地电极612、622之间的压电体层613、623。

[0096] 这种结构的检测用压电元件61、62以使检测信号电极611、621朝向振动臂22、23侧的方式而配置。此外，检测信号电极611、621分别经由未图示的配线而与检测信号端子53连接，检测接地电极612、622分别经由未图示的配线而与检测接地端子54连接。

[0097] 以此方式，通过使用检测用压电元件61、62，从而即使在检测部的结构简单并且振动基板2不具有压电性的情况下，也能够提取与振动臂22、23的Z轴方向的振动相对应的信号。

[0098] 另一方面，驱动用压电元件31、32、33、34也互为相同结构。具体而言，如图2所示，驱动用压电元件31、32、33、34具有驱动信号电极311、321、331、341、与驱动信号电极311、

321、331、341对置配置的驱动接地电极312、322、332、342、被配置于驱动信号电极311、321、331、341与驱动接地电极312、322、332、342之间的压电体层313、323、333、343。

[0099] 此外,驱动用压电元件31、33以使驱动信号电极311、331朝向振动臂22、23侧的方式而配置,驱动用压电元件32、34以使驱动接地电极322、342朝向振动臂22、23侧的方式而配置。此外,驱动信号电极311、321、331、341分别经由未图示的配线而与驱动信号端子51连接,驱动接地电极312、322、332、342分别经由未图示的配线而与驱动接地端子52连接。

[0100] 因此,当经由驱动信号端子51以及驱动接地端子52而向驱动用压电元件31~34施加交流电压时,将交替地重复如下状态,即,驱动用压电元件31、33进行伸展并且驱动用压电元件32、34进行收缩的状态、和驱动用压电元件31、33进行收缩并且驱动用压电元件32、34进行伸展的状态。由此,振动臂22、23以X轴同相模式进行振动。

[0101] 以此方式,通过使用驱动用压电元件31~34,从而即使在驱动部的结构简单并且像本实施方式这样振动基板2不具有压电性的情况下,或者在振动基板2具有压电性但其极化轴或结晶轴的方向不适于X轴方向的弯曲振动的情况下,也能够分别使振动臂22、23在X轴方向上进行弯曲振动。

[0102] 在此,如上文所述,由于振动臂22、23的横截面形状为平行四边形,因此振动臂22、23的X轴方向的振动的平衡被破坏,尽管振动臂22、23在驱动振动模式下包含Z轴方向的振动成分,但仍以X轴同相模式进行振动。此外,由于作为振动臂22、23的横截面形状的平行四边形的倾斜方向相反,因此振动臂22、23中所包含的Z轴方向的振动成分互为相反的方向。即,在驱动振动模式下,如图3所示,振动臂22、23以X轴同相模式且以Z轴反相模式进行振动。

[0103] 以此方式,由于在振动臂22、23的振动中耦合有Z轴方向的振动,因此在驱动振动模式下,如图4所示,从检测用压电元件61、62中提取电荷(信号) Q_{61} 、 Q_{62} ,并将电荷 Q_{61} 、 Q_{62} 相加所得到的结果作为检测信号SS而从检测信号端子53以及检测接地端子54之间被提取。由于从检测用压电元件61、62中产生的电荷 Q_{61} 、 Q_{62} 互为反相且振幅大致相等,因此将两者相加所得到的检测信号SS几乎为0(零)。因此,降低了噪声(并非因角速度 ω_y 而产生的信号),从而减少了陀螺仪元件1的检测精度的下降。因此,成为具有较高的检测精度的陀螺仪元件1。

[0104] 此外,根据陀螺仪元件1,如图5的(a)所示,即使在制造时于X轴方向上掩膜M1、M2产生了偏差,如图5的(b)所示,也仅仅是振动臂22、23的横截面形状的平行四边形的倾斜稍稍产生偏差,在驱动振动模式下振动臂22、23以Z轴反相模式进行振动的关系仍被维持。因而,根据陀螺仪元件1,即使掩膜发生了偏差,也能够发挥上述的效果。

[0105] 在此,优选为,例如将驱动臂22、23的下表面和上表面的X轴方向的偏差宽度w设为通常动作时所考虑到的最大掩膜偏差量的10倍以上,以便即使产生了掩膜偏差,也使驱动臂22、23的横截面形状成为反向倾斜的平行四边形。即,如果为掩膜偏差最大产生0.1μm的机械,则将偏差宽度w设计为1μm以上即可。由此,无论有无掩膜偏差,均能够在驱动振动模式下使驱动臂22、23以Z轴反相模式进行振动。

[0106] 另外,如图5的(b)所示,当由于掩膜偏差而使振动臂22、23的横截面形状的平行四边形的倾斜互相产生偏差时,如图5的(c)所示,在振动臂22、23之间,会产生Z轴方向的振幅产生偏差的情况。在这种情况下,在驱动振动模式下,由于在检测用压电元件61、62的挠曲

量中会产生差值,因此如图6所示,检测用压电元件61、62的电荷 Q_{61} 、 Q_{62} 未被充分消除,从而使得未被消除完全的电荷作为检测信号SS而被提取。因此,有可能会降低上文所述的效果。因此,优选为,使振动臂22、23的Z轴方向的振幅大致相等。

[0107] 作为使振幅一致的方法,例如有对振动臂22、23中的至少一方的质量进行调节的方法。以下,如图5的(c)所示,以振动臂23的Z轴方向的振幅大于振动臂22的Z轴方向的振幅的情况为代表来进行说明。作为第一方法而有如下方法,即,通过激光照射等将被设置在振动臂23的顶端部上的质量调节膜41的一部分去除而使振动臂23的质量减少,从而减小振动臂23的Z轴方向的振幅。作为第二方法而有如下方法,即,通过在被设置于振动臂22的顶端部上的质量调节膜41上配置重锤而使振动臂22的质量增加,从而增大振动臂22的Z轴方向的振幅。根据这种方法,能够比较简单地使振动臂22、23的Z轴方向的振幅一致。

[0108] 以上,对陀螺仪元件1的结构进行了详细说明。

[0109] 接下来,对陀螺仪元件1的驱动进行说明。首先,如图7的(a)所示,通过驱动振动模式使振动臂22、23进行振动。在该状态下,如上所述,由于在检测用压电元件61、62中所产生的电荷 Q_{61} 、 Q_{62} 被消除,因此检测信号SS几乎为0(参照图4)。在该驱动振动模式的状态下,当向陀螺仪元件1施加有围绕Y轴的角速度 ω_y 时,科里奥利力将发挥作用,从而如图7的(b)所示,在振动臂22、23上,Z轴同相模式的振动作为检测振动模式而被重新激励。在这种检测振动模式下,如图8所示,从检测用压电元件61、62中产生同相的电荷 Q_{61} 、 Q_{62} ,并提取出将这些电荷 Q_{61} 、 Q_{62} 相加所得到的检测信号SS。而且,基于该检测信号SS的大小而求出角速度 ω_y 。

[0110] 根据这种陀螺仪元件1,由于能够将驱动振动模式下的检测信号SS设置为大致零,因此成为减少了噪声且具有较高的检测精度的陀螺仪元件1。此外,在检测振动模式下,由于从检测用压电元件61、62中产生了同相的电荷 Q_{61} 、 Q_{62} ,因此能够得到强度较高的检测信号SS。因此,陀螺仪元件1能够发挥较高的检测精度。此外,即使产生了制造时的掩膜偏差,也将由于在驱动振动模式下能够使振动臂22、23以Z轴反相模式进行振动,而因此能够更可靠地发挥上述的效果。

[0111] 以上,对第一实施方式的陀螺仪元件1进行了说明。另外,虽然在本实施方式中,为了在驱动振动模式下使振动臂22、23以X轴同相模式且Z轴反相模式进行振动,而将振动臂22、23的横截面形状设为了平行四边形,但作为振动臂22、23的横截面形状,只要能够得到上述的这种驱动振动模式,则并不限于此,例如也可以为图9的(a)至图9的(c)所示的这种横截面形状。此外,虽然在本实施方式的陀螺仪元件1中,并未在振动臂22、23的顶端部上设置锤头(宽幅的锤部),但也可以在振动臂22、23的顶端部上设置锤头。由此,如果振动臂22、23的顶端的质量效果增大且驱动振动模式的频率相同,则与未设置锤头的情况相比,能够缩短振动臂22、23的全长。此外,如果振动臂22、23的全长相同,则能够使驱动频率降低。

[0112] 第二实施方式

[0113] 图10为表示本发明的陀螺仪元件(角速度检测元件)的第二实施方式的俯视图。

[0114] 以下,关于第二实施方式,将与其与上述的实施方式的不同点为中心来进行说明,关于相同的事项则省略其说明。

[0115] 第二实施方式除了一对振动臂的延伸方向不同以外,其余均与上述的第一实施方式相同。另外,在图10中,对与上述的实施方式相同的结构标注相同符号。

[0116] 如图10所示,在本实施方式的陀螺仪元件1中,振动臂22、23以相互之间的间距(X

轴方向的间距)趋向于顶端侧而逐渐增加的方式,在相对于Y轴而倾斜的方向上延伸。由此,能够防止基部21的大型化,并且减少驱动时的振动臂22、23彼此的接触。

[0117] 即使根据这样的第二实施方式,也能够发挥与上述的第一实施方式相同的效果。

[0118] 第三实施方式

[0119] 图11为表示本发明的陀螺仪元件(角速度检测元件)的第三实施方式的俯视图。图12为图11中的B-B线剖视图。图13为表示图11所示的陀螺仪元件的驱动振动模式的图。在图14中,(a)为表示驱动振动模式的示意图,(b)为表示检测振动模式的示意图。在图15中,(a)为表示驱动振动模式时的检测信号的图,(b)为表示检测振动模式时的检测信号的图。

[0120] 以下,关于第三实施方式,以其与上述的实施方式的不同点为中心来进行说明,关于相同的事项则省略其说明。

[0121] 第三实施方式除了振动臂的数量不同以外,其余均与上述的第一实施方式相同。另外,在图11至图15中,对与上述的实施方式相同的结构标注相同的符号。

[0122] 如图11所示,本实施方式的陀螺仪元件1的振动基板2具有:基部21、从基部21的+Y轴侧的端部起向+Y轴方向延伸的四个振动臂22、23、24、25。此外,如图12所示,振动臂22、23、24、25的横截面形状分别为大致平行四边形。此外,作为振动臂22、24的横截面形状的平行四边形的倾斜与作为振动臂23、25的横截面形状的平行四边形的倾斜成为相反倾斜。在这种结构中,通过振动臂22、23构成了第一振动系统20A,通过振动臂24、25构成了第二振动系统20B。

[0123] 此外,在振动臂24的上表面上,设置有一对驱动用压电元件35、36和检测用压电元件63。如图12所示,驱动用压电元件35、36以在振动臂24的宽度方向上分离的方式而配置,检测用压电元件63被配置于驱动用压电元件35、36之间。

[0124] 此外,驱动用压电元件35、36以及检测用压电元件63分别沿着Y轴方向而延伸,且延长至基部21为止。驱动用压电元件35、36通过通电而在Y轴方向上进行伸缩,并且通过以反相的方式进行驱动用压电元件35、36的伸缩,而能够使振动臂24在X轴方向上进行弯曲振动。另一方面,检测用压电元件63根据振动臂24的Z轴方向的振动而进行伸缩,从而产生与该伸缩相对应的电荷。

[0125] 同样地,在振动臂25的上表面上,设置有一对驱动用压电元件37、38和检测用压电元件64。如图12所示,驱动用压电元件37、38以在振动臂25的宽度方向上分离的方式而配置,检测用压电元件64被配置于驱动用压电元件37、38之间。

[0126] 此外,驱动用压电元件37、38以及检测用压电元件64分别沿着Y轴方向而延伸,且延长至基部21为止。驱动用压电元件37、38通过通电而在Y轴方向上进行伸缩,并且通过以反相的方式进行驱动用压电元件37、38的伸缩,而能够使振动臂25在X轴方向上进行弯曲振动。另一方面,检测用压电元件64根据振动臂25的Z轴方向的振动而进行伸缩,从而产生与该伸缩相对应的电荷。

[0127] 检测用压电元件63、64为与检测用压电元件61、62相同的结构。即,如图12所示,检测用压电元件63、64具有:检测信号电极631、641、与检测信号电极631、641对置配置的检测接地电极632、642、被配置于检测信号电极631、641与检测接地电极632、642之间的压电体层633、643。

[0128] 此外,检测用压电元件63、64以使检测接地电极632、642朝向振动臂24、25侧的方

式而配置。此外,检测信号电极631、641分别经由未图示的配线而与检测信号端子53连接,检测接地电极632、642分别经由未图示的配线而与检测接地端子54连接。

[0129] 驱动用压电元件35、36、37、38为与驱动用压电元件31、32、33、34相同的结构。即,如图12所示,驱动用压电元件35、36、37、38具有:驱动信号电极351、361、371、381、与驱动信号电极351、361、371、381对置配置的驱动接地电极352、362、372、382、被配置于驱动信号电极351、361、371、381与驱动接地电极352、362、372、382之间的压电体层353、363、373、383。

[0130] 此外,驱动用压电元件36、38以使驱动信号电极361、381朝向振动臂24、25侧的方式而配置,驱动用压电元件35、37以使驱动接地电极352、372朝向振动臂24、25侧的方式而配置。此外,驱动信号电极351、361、371、381分别经由未图示的配线而与驱动信号端子51连接,驱动接地电极352、362、372、382分别经由未图示的配线而与驱动接地端子52连接。

[0131] 这种结构的陀螺仪元件1以图13以及图14的(a)所示的驱动振动模式进行驱动。具体而言,振动臂22、23以X轴同相模式进行振动,振动臂24、25以X轴同相模式且以与振动臂22、23为X轴反相模式进行振动。此外,与这种X轴方向的振动耦合,从而使振动臂22、25以Z轴同相模式进行振动,使振动臂23、24以Z轴同相模式且以与振动臂22、25为Z轴反相模式进行振动。

[0132] 在这种驱动振动模式下,由于振动臂22、23与振动臂24、25之间的X轴方向的振动被消除了,因此减少了经由基部21的振动泄漏。此外,如图15的(a)所示,在这种驱动振动模式下,由于从检测用压电元件61、63中产生的电荷 $Q_{61}、Q_{63}$ 与从检测用压电元件62、64中产生的电荷 $Q_{62}、Q_{64}$ 为反相,因此这些电荷被消除,从而使检测信号SS几乎为零。

[0133] 在驱动振动模式的状态下,当向陀螺仪元件1施加有围绕Y轴的角速度 ω_y 时,科里奥利力将发挥作用,从而如图14的(b)所示的检测振动模式被重新激励。具体而言,振动臂22、23以Z轴同相模式进行振动,振动臂24、25以Z轴同相模式且以与振动臂22、23为Z轴反相模式进行振动。当这种检测振动模式被激励时,如图15的(b)所示,从检测用压电元件61、62、63、64中将产生互为同相的电荷 $Q_{61}、Q_{62}、Q_{63}、Q_{64}$,并且将这些电荷 $Q_{61}、Q_{62}、Q_{63}、Q_{64}$ 相加所得到的检测信号SS从检测信号端子53与检测接地端子54之间被提取。而且,基于被提取的检测信号SS的大小而求出角速度 ω_y 。

[0134] 在这样的结构中,由于能够使用将从四个检测用压电元件61、62、63、64中产生的电荷 $Q_{61}、Q_{62}、Q_{63}、Q_{64}$ 相加所得到的检测信号SS,因此例如与上述的第一实施方式相比而能够增大检测信号SS的强度,相应地能够提高检测精度。此外,在驱动振动模式时以及检测振动模式时,由于能够将振动臂22、23、24、25的X轴方向以及Z轴方向的振动消除,因此能够有效地减少提高陀螺仪元件1的振动泄漏,从而进一步提高检测精度。

[0135] 即使根据这样的第三实施方式,也能够发挥与上述的第一实施方式相同的效果。

[0136] 第四实施方式

[0137] 图16为表示本发明的陀螺仪元件(角速度检测元件)的第四实施方式的剖视图。图17为表示图16所示的陀螺仪元件的驱动振动模式的图。

[0138] 以下,关于第四实施方式,以其与上述的实施方式的不同点为中心来进行说明,关于相同的事项则省略其说明。

[0139] 第四实施方式除了振动臂的截面形状不同以外,其余均与上述的第三实施方式相同。另外,在图16以及图17中,对与上述的实施方式相同的结构标注相同符号。

[0140] 如图16所示,在本实施方式的陀螺仪元件1中,振动臂22、23的横截面形状相对于第三实施方式而进行了上下翻转。即,振动臂22、25形成相同的形状(向相同方向倾斜的平行四边形),振动臂23、24形成相同的形状(向相同的方向倾斜的平行四边形)并且向振动臂22、25的相反侧倾斜。

[0141] 这样的结构的陀螺仪元件1以图17所示的驱动振动模式进行振动。具体而言,振动臂22、23以X轴同相模式进行振动,振动臂24、25以X轴同相模式且以与振动臂22、23为X轴反相模式进行振动。此外,与这种X轴方向的振动耦合,从而使振动臂22、24以Z轴同相模式进行振动,使振动臂23、25以Z轴同相模式且以与振动臂22、24为Z轴反相模式进行振动。根据这样的振动,在相邻的振动臂23、24互相接近时,能够使它们向Z轴方向的相反侧错开。因此,减少了振动臂23、24的接触,从而能够减少陀螺仪元件1的损坏。此外,相应地,由于能够使振动臂23、24接近,因此能够实现陀螺仪元件1的小型化。

[0142] 即使根据这样的第四实施方式,也能够发挥与上述的第一实施方式相同的效果。

[0143] 第五实施方式

[0144] 图18为表示本发明的陀螺仪元件(角速度检测元件)的第五实施方式的俯视图。图19为表示图18所示的陀螺仪元件的驱动振动模式的图。在图20中,(a)为表示驱动振动模式的示意图,(b)为表示检测振动模式的示意图。在图21中,(a)为表示驱动振动模式时的检测信号的图,(b)为表示检测振动模式时的检测信号的图。

[0145] 以下,关于第五实施方式,以其与上述的实施方式的不同点为中心来进行说明,关于相同的事项则省略其说明。

[0146] 第五实施方式除了驱动用压电元件以及检测用压电元件的朝向不同以外,其余均与上述的第四实施方式相同。另外,在图18至图21中,对与上述的实施方式相同的结构标注相同符号。

[0147] 如图18所示,在本实施方式的陀螺仪元件1中,被设置在振动臂23、24上的驱动用压电元件33、34、35、36以及检测用压电元件62、63的信号电极和接地电极的配置与上述的第四实施方式相反。

[0148] 因此,本实施方式的陀螺仪元件1以图19及图20的(a)的驱动振动模式进行振动。具体而言,振动臂22、24以X轴同相模式进行振动,振动臂23、25以X轴同相模式且以与振动臂22、24为X轴反相模式进行振动。此外,与这种X轴方向的振动耦合,从而使振动臂22、23以Z轴同相模式进行振动,使振动臂24、25以Z轴同相模式且以与振动臂22、23为Z轴反相模式进行振动。在这种驱动振动模式中,X轴方向的振动被消除了,并且如图21的(a)所示,从检测用压电元件61、63中产生的电荷 Q_{61} 、 Q_{63} 与从检测用压电元件62、64中产生的电荷 Q_{62} 、 Q_{64} 被消除了,从而检测信号SS几乎为零。

[0149] 在驱动振动模式的状态下,当向陀螺仪元件1施加有围绕Y轴的角速度 ω_y 时,科里奥利力将发挥作用,从而如图20的(b)所示的检测振动模式被重新激励。具体而言,振动臂22、24以Z轴同相模式进行振动,振动臂23、25以Z轴同相模式且以与振动臂22、24为Z轴反相模式进行振动。当这样的检测振动模式被激励时,如图21的(b)所示,从检测用压电元件61、62、63、64中产生互为同相的电荷 Q_{61} 、 Q_{62} 、 Q_{63} 、 Q_{64} ,并且将这些电荷 Q_{61} 、 Q_{62} 、 Q_{63} 、 Q_{64} 相加所得到的检测信号SS从检测信号端子53以及检测接地端子54之间被提取。而且,基于被提取的检测信号SS的大小而求出角速度 ω_y 。

[0150] 在这种结构中,由于获得了将从四个检测用压电元件61、62、63、64中产生的电荷 Q_{61} 、 Q_{62} 、 Q_{63} 、 Q_{64} 相加所得到的检测信号SS,因此例如与上述的第一实施方式相比而能够增大检测信号SS的强度,相应地能够提高检测精度。此外,在驱动振动模式以及检测振动模式下,由于能够将振动臂22、23、24、25的X轴方向以及Z轴方向的振动消除,因此能够减少陀螺仪元件1的振动泄漏,从而进一步提高检测精度。

[0151] 即使根据这样的第五实施方式,也能够发挥与上述的第一实施方式相同的效果。

[0152] 第六实施方式

[0153] 图22表示本发明的陀螺仪元件(角速度检测元件)的第六实施方式的俯视图。在图23中,(a)为图22中的C-C线剖视图,(b)为图22中的D-D线剖视图。在图24中,(a)为表示驱动振动模式的示意图,(b)为表示检测振动模式的示意图。在图25中,(a)为表示驱动振动模式时的检测信号图,(b)为表示检测振动模式时的检测信号图。

[0154] 以下,关于第六实施方式,以其与上述的实施方式的不同点为中心来进行说明,关于相同的事项则省略其说明。

[0155] 第六实施方式除了振动基板的材料不同以及伴随于此的驱动部及检测部的结构不同以外,其余均与上述的第三实施方式相同。另外,在图22至图25中,对与上述的实施方式相同的结构标注相同符号。

[0156] 在本实施方式的陀螺仪元件1中,振动基板2由压电体材料构成。作为构成振动基板2的压电体材料,例如能够使用水晶、铌酸锂(LiNbO₃)、钽酸锂(LiTaO₃)、锆钛酸铅(PZT)、四硼酸锂(Li₂B₄O₇)、硅酸镓镧(La₃Ga₅SiO₁₄)等各种压电体材料。但是,即使在这些材料之中,作为振动基板2的结构材料,也优选使用水晶。通过使用水晶,从而能够获得与其他材料相比而具有优异的频率温度特性的陀螺仪元件1。此外,通过湿式蚀刻而能够以较高的尺寸精度来形成振动基板2。因此,在下文中,为了便于说明,对由水晶构成振动基板2的情况进行说明。

[0157] 如图22所示,振动基板2为,在由作为水晶的结晶轴的X轴(电轴)以及Y轴(机械轴)所规定的XY平面上具有展宽且在Z轴(光轴)方向上具有厚度的板状。即,振动基板2由Z切割水晶板构成。另外,虽然在本实施方式中,Z轴与振动基板2的厚度方向一致,但并不限定于此,从减小常温附近的频率温度变化的观点出发,也可以使Z轴相对于振动基板2的厚度方向而稍稍(例如,小于±15°左右)倾斜。

[0158] 这种振动基板2具有:基部21、从基部21的+Y轴侧的端部起向+Y轴侧延伸的四个作为驱动臂的振动臂22、23、24、25、从基部21的-Y轴侧的端部起向-Y轴侧延伸的四个作为检测臂的振动臂26、27、28、29。

[0159] 基部21为,在XY平面上具有展宽且在Z轴方向上具有厚度的平板状。在这样的基部21的下表面上,在X轴方向上并排设置有驱动信号端子51、驱动接地端子52、检测信号端子53以及检测接地端子54。

[0160] 如图23的(a)所示,四个振动臂26、27、28、29分别呈大致矩形的横截面形状。而且,在这些振动臂26、27、28、29的上下表面上,分别配置有作为检测部的检测信号电极73以及检测接地电极74。此外,这些检测信号电极73经由未图示的配线而与检测信号端子53连接,检测接地电极74经由未图示的配线而与检测接地端子54连接。此外,在振动臂26、27、28、29的顶端部上设置有质量调节膜41,例如,通过去除质量调节膜41的一部分,从而能够对振动

臂26、27、28、29的频率与振幅进行调节。

[0161] 如图23的(b)所示,四个振动臂22、23、24、25分别呈大致平行四边形的横截面形状。此外,作为振动臂22、24的横截面形状的平行四边形向相同方向倾斜,作为振动臂23、25的横截面形状的平行四边形向相同方向且向振动臂22、24的相反侧倾斜。而且,在这些振动臂22、23、24、25上,分别设置有作为驱动部的驱动信号电极71以及驱动接地电极72。

[0162] 驱动信号电极71被配置在振动臂22、23的两个主面(上表面及下表面)以及振动臂24、25的两个侧面上,驱动接地电极72被配置在振动臂22、23的两个侧面以及振动臂24、25的两个主面上。此外,这些驱动信号电极71经由未图示的配线而与驱动信号端子51连接,驱动接地电极72经由未图示配线而与驱动接地端子52连接。

[0163] 因此,当经由驱动信号端子51以及驱动接地电极52而向驱动信号电极71与驱动接地电极72之间施加预定频率的交流电压时,陀螺仪元件1以图24的(a)所示的驱动振动模式进行振动。具体而言,振动臂22、23以X轴同相模式进行振动,振动臂24、25以X轴同相模式且以与振动臂22、23为X轴反相模式进行振动。此外,与这种X轴方向的振动耦合,从而使振动臂22、25以Z轴同相模式进行振动,使振动臂23、24以Z轴同相模式且以与振动臂22、25为Z轴反相模式进行振动。而且,伴随着振动臂22、23、24、25的振动,振动臂26、27、28、29以与振动臂22、23、24、25反相的方式在X轴方向及Z轴方向上进行振动。在这种驱动振动模式下,X轴方向的振动被消除。此外,如图25的(a)所示,由于来自振动臂26、28的电荷Q₂₆、Q₂₈与来自振动臂27、29的电荷Q₂₇、Q₂₉以反相的方式产生,因此这些电荷Q₂₆、Q₂₇、Q₂₈、Q₂₉被抵消,从而检测信号SS几乎为零。

[0164] 在驱动振动模式的状态下,当向陀螺仪元件1施加有围绕Y轴的角速度 ω_y 时,科里奥利力将发挥作用,从而如图24的(b)所示的检测振动模式被重新激励。具体而言,振动臂22、23以Z轴同相模式进行振动,振动臂24、25以Z轴同相模式且以与振动臂22、23为Z轴反相模式进行振动。此外,振动臂26、27以Z轴同相模式进行振动,振动臂28、29以Z轴同相模式且以与振动臂26、27为Z轴反相模式进行振动。在这种检测振动模式中,如图25的(b)所示,由于从振动臂26、27、28、29中产生互为同相位的电荷Q₂₆、Q₂₇、Q₂₈、Q₂₉,因此这些电荷Q₂₆、Q₂₇、Q₂₈、Q₂₉相加所得到的检测信号SS从检测信号端子53以及检测接地端子54之间被提取。而且,基于被提取的检测信号SS的大小而求出角速度 ω_y 。

[0165] 根据这种结构,由于获得了将从四个振动臂26、27、28、29中所产生的电荷Q₂₆、Q₂₇、Q₂₈、Q₂₉相加所得到的检测信号SS,因此例如与上述的第一实施方式相比而能够增大检测信号SS的强度,相应地能够提高检测精度。此外,由于在驱动振动模式时以及检测振动模式时,能够将振动臂22~25以及振动臂26~29的X轴方向以及Z轴方向的振动消除,因此能够有效地减少陀螺仪元件1的振动泄漏,从而进一步提高检测精度。

[0166] 即使根据这样的第六实施方式,也能够发挥与上述的第一实施方式相同的效果。

[0167] 2. 角速度检测装置

[0168] 接下来,对使用了陀螺仪元件1的角速度检测装置进行说明。

[0169] 图26为表示本发明的角速度检测装置的优选的实施方式的图,(a)为俯视图,(b)为(a)的E-E线剖视图。

[0170] 如图26所示,角速度检测装置10具有陀螺仪元件1和封装件8,所述封装件8对陀螺仪元件1进行收纳。

[0171] 封装件8具有箱状的基座81和板状的盖82,所述基座81具有凹部811,所述盖82以封堵凹部811的开口的方式而被接合在基座81上。而且,在通过利用盖82封堵凹部811而形成的收纳空间内,收纳有陀螺仪元件1。收纳空间既可以为减压状态,也可以封入氮、氦、氩等惰性气体。

[0172] 虽然作为基座81的结构材料,并未被特别限定,但能够使用氧化铝等各种陶瓷或各种玻璃材料。此外,虽然作为盖82的结构材料,并未被特别限定,但采用线膨胀系数与基座81的结构材料近似的部件较好。例如,在将基座81的结构材料设为上述的陶瓷的情况下,其优选采用科瓦铁镍钴合金等合金。另外,基座81与盖82的接合方法并未被特别限定,例如,能够通过粘合材料或焊料进行接合。

[0173] 此外,在凹部811的底面上,形成有连接端子831、832、833、834。这些连接端子831～834分别通过被形成在基座81上的未图示的贯穿电极(通孔)等,而被引出到基座81的下表面(封装件8的外周面)上。

[0174] 陀螺仪元件1的基部21通过导电性粘合材料861、862、863、864而被固定在凹部811的底面上。此外,驱动信号端子51与连接端子831经由导电性粘合材料861而被电连接,驱动接地端子52与连接端子832经由导电性粘合材料862而被电连接,检测信号端子53与连接端子833经由导电性粘合材料863而被电连接,检测接地端子54与连接端子834经由导电性粘合材料864而被电连接。作为导电性粘合材料861～864,只要具有导电性以及粘合性则不被特别限定,例如能够使用使银粒子等导电性填充剂分散在硅酮类、环氧类、丙烯酸类、聚酰亚胺类、双马来酰亚胺类等的粘合材料中而得到的粘合材料。

[0175] 3.陀螺仪传感器

[0176] 接下来,对使用了陀螺仪元件1的陀螺仪传感器进行说明。

[0177] 图27为表示陀螺仪传感器的优选的实施方式的剖视图。

[0178] 如图27所示,陀螺仪传感器100具有角速度检测装置10和IC芯片9。IC芯片9通过焊料等而被固定在凹部811的底面上。IC芯片9通过导电性导线而与各个连接端子831～834电连接(但是,在图26中,仅图示了连接端子831)。这样的IC芯片9具有用于使陀螺仪元件1进行驱动振动的驱动电路、对在被施加了角速度时陀螺仪元件1所产生的检测振动进行检测的检测电路等。另外,虽然在本实施方式中,IC芯片9被设置在封装件8的内部,但IC芯片9也可以被设置在封装件8的外部。

[0179] 4.电子设备

[0180] 接下来,基于图28至图30来对应用了陀螺仪元件1的电子设备进行详细说明。

[0181] 图28为应用了本发明的电子设备的移动型(或笔记本式)的个人计算机的结构的立体图。

[0182] 在该图中,个人计算机1100通过具备键盘1102的主体部1104和具备显示部1108的显示单元1106而构成,显示单元1106通过铰链结构部而以能够相对于主体部1104进行转动的方式被支承。在这样的个人计算机1100中,内置有作为角速度检测单元(陀螺仪传感器)而发挥功能的陀螺仪元件1。

[0183] 图29为表示应用了本发明的电子设备的便携式电话机(也包括智能手机、PHS等)的结构的立体图。

[0184] 在该图中,便携式电话机1200具备多个操作按钮1202、听筒1204以及话筒1206,并

且在操作按钮1202与听筒1204之间配置有显示部1208。在这样的便携式电话机1200中，内置有作为角速度检测单元(陀螺仪传感器)而发挥功能的陀螺仪元件1。

[0185] 图30为表示应用了本发明的电子设备的数码照相机的结构的立体图。另外，在该图中，还简单地图示了与外部设备之间的连接。

[0186] 数码照相机1300通过CCD(Charge Coupled Device:电荷耦合装置)等摄像元件而对被摄物体的光学图像进行光电转换，从而生成摄像信号(图像信号)。在数码照相机1300的壳体(主体)1302的背面上设置有显示部1310，并且成为根据CCD的摄像信号而进行显示的结构，显示部1310作为将被摄物体显示为电子图像的取景器而发挥功能。

[0187] 此外，在壳体1302的正面侧(图中背面侧)设置有包括光学透镜(摄像光学系统)和CCD等在内的受光单元1304。

[0188] 当摄影者对被显示在显示部1310上的被摄物体图像进行确认，并按下快门按钮1306时，该时间点上的CCD的摄像信号被传送并存储到存储器1308中。

[0189] 此外，在该数码照相机1300中，在壳体1302的侧面上设置有影像信号输出端子1312和数据通信用的输入输出端子1314。而且，如图所示，根据需要而在影像信号输出端子1312上连接影像监视器1430，在数据通信用的输入输出端子1314上连接个人计算机1440。而且，成为如下的结构，即，通过预定的操作，从而使被存储于存储器1308中的摄像信号向影像监视器1430或个人计算机1440输出。

[0190] 在这样的数码照相机1300中，内置有作为角速度检测单元(陀螺仪传感器)而发挥功能的陀螺仪元件1。

[0191] 由于上述的电子设备具备陀螺仪元件1，因此能够发挥较高的可靠性。

[0192] 另外，本发明的电子设备除了能够应用于图28的个人计算机(移动型个人计算机)、图29的便携式电话机、图30的数码照相机中之外，还能够应用于以下的设备中，例如，智能手机、平板电脑终端、喷墨式喷出装置(例如喷墨式打印机)、膝上型个人计算机、电视机、照相机、摄像机、车辆导航装置、寻呼机、电子记事本(也包括附带有通信功能的产品)、电子词典、台式电子计算器、电子游戏设备、文字处理器、工作站、可视电话、防盗用视频监视器、电子双筒望远镜、POS(Point of Sale:销售点)终端、医疗设备(例如电子体温计、血压计、血糖仪、心电图测量装置、超声波诊断装置、电子内窥镜)、鱼群探测器、各种测量设备、计量仪器类(例如，车辆、航空器、船舶的计量仪器类)、飞行模拟器等。

[0193] 5. 移动体

[0194] 接下来，基于图31来对应用了图1所示的陀螺仪元件1的移动体进行详细说明。

[0195] 图31为表示应用了本发明的移动体的汽车的结构的立体图。

[0196] 在汽车1500中内置有作为角速度检测单元(陀螺仪传感器)而发挥功能的陀螺仪元件1，并且能够通过陀螺仪元件1而对车身1501的姿态进行检测。陀螺仪元件1的检测信号被供给至车身姿态控制装置1502，车身姿态控制装置1502根据该信号而对车身1501的姿态进行检测，并且能够根据检测结果而对悬架的软硬进行控制，或者对各个车轮1503的制动器进行控制。除此以外，也能够在双足行走机器人或无线电控制直升飞机中利用这样的姿态控制。如上文所述，在各种移动体的姿态控制的实现时，安装有陀螺仪元件1。

[0197] 以上，虽然根据图示的实施方式而对本发明的角速度检测元件、角速度检测装置、电子设备以及移动体进行了说明，但本发明并不被限定于此，各部的结构能够置换为具有

相同功能的任意的结构。此外,在本发明中也可以附加其他任意的结构物。此外,本发明也可以将上述的各个实施方式中的任意两个以上的结构(特征)组合。

- [0198] 符号说明
- [0199] 1…陀螺仪元件;
- [0200] 10…角速度检测装置;
- [0201] 100…陀螺仪传感器;
- [0202] 2…振动基板;
- [0203] 20A…第一振动系统;
- [0204] 20B…第二振动系统;
- [0205] 21…基部;
- [0206] 22、23、24、25、26、27、28、29…振动臂;
- [0207] 31、32、33、34、35、36、37、38…驱动用压电元件;
- [0208] 311、321、331、341、351、361、371、381…驱动信号电极;
- [0209] 312、322、332、342、352、362、372、382…驱动接地电极;
- [0210] 313、323、333、343、353、363、373、383…压电体层;
- [0211] 41…质量调节膜;
- [0212] 51…驱动信号端子;
- [0213] 52…驱动接地端子;
- [0214] 53…检测信号端子;
- [0215] 54…检测接地端子;
- [0216] 61、62、63、64…检测用压电元件;
- [0217] 611、621、631、641…检测信号电极;
- [0218] 612、622、632、642…检测接地电极;
- [0219] 613、623、633、643…压电体层;
- [0220] 71…驱动信号电极;
- [0221] 72…驱动接地电极;
- [0222] 73…检测信号电极;
- [0223] 74…检测接地电极;
- [0224] 8…封装件;
- [0225] 81…基座;
- [0226] 811…凹部;
- [0227] 82…盖;
- [0228] 831、832、833、834…连接端子;
- [0229] 861、862、863、864…导电性粘合材料;
- [0230] 9…IC芯片;
- [0231] 1100…个人计算机;
- [0232] 1102…键盘;
- [0233] 1104…主体部;
- [0234] 1106…显示单元;

- [0235] 1108···显示部；
- [0236] 1200···便携式电话机；
- [0237] 1202···操作按钮；
- [0238] 1204···听筒；
- [0239] 1206···话筒；
- [0240] 1208···显示部；
- [0241] 1300···数码照相机；
- [0242] 1302···壳体；
- [0243] 1304···受光单元；
- [0244] 1306···快门按钮；
- [0245] 1308···存储器；
- [0246] 1310···显示部；
- [0247] 1312···影像信号输出端子；
- [0248] 1314···输入输出端子；
- [0249] 1430···影像监视器；
- [0250] 1440···个人计算机；
- [0251] 1500···汽车；
- [0252] 1501···车身；
- [0253] 1502···车身姿态控制装置；
- [0254] 1503···车轮；
- [0255] M1、M2···掩膜；
- [0256] Q26、Q27、Q28、Q29、Q61、Q62、Q63、Q64···电荷；
- [0257] SS···检测信号；
- [0258] w···偏差宽度；
- [0259] ω_y ···角速度。

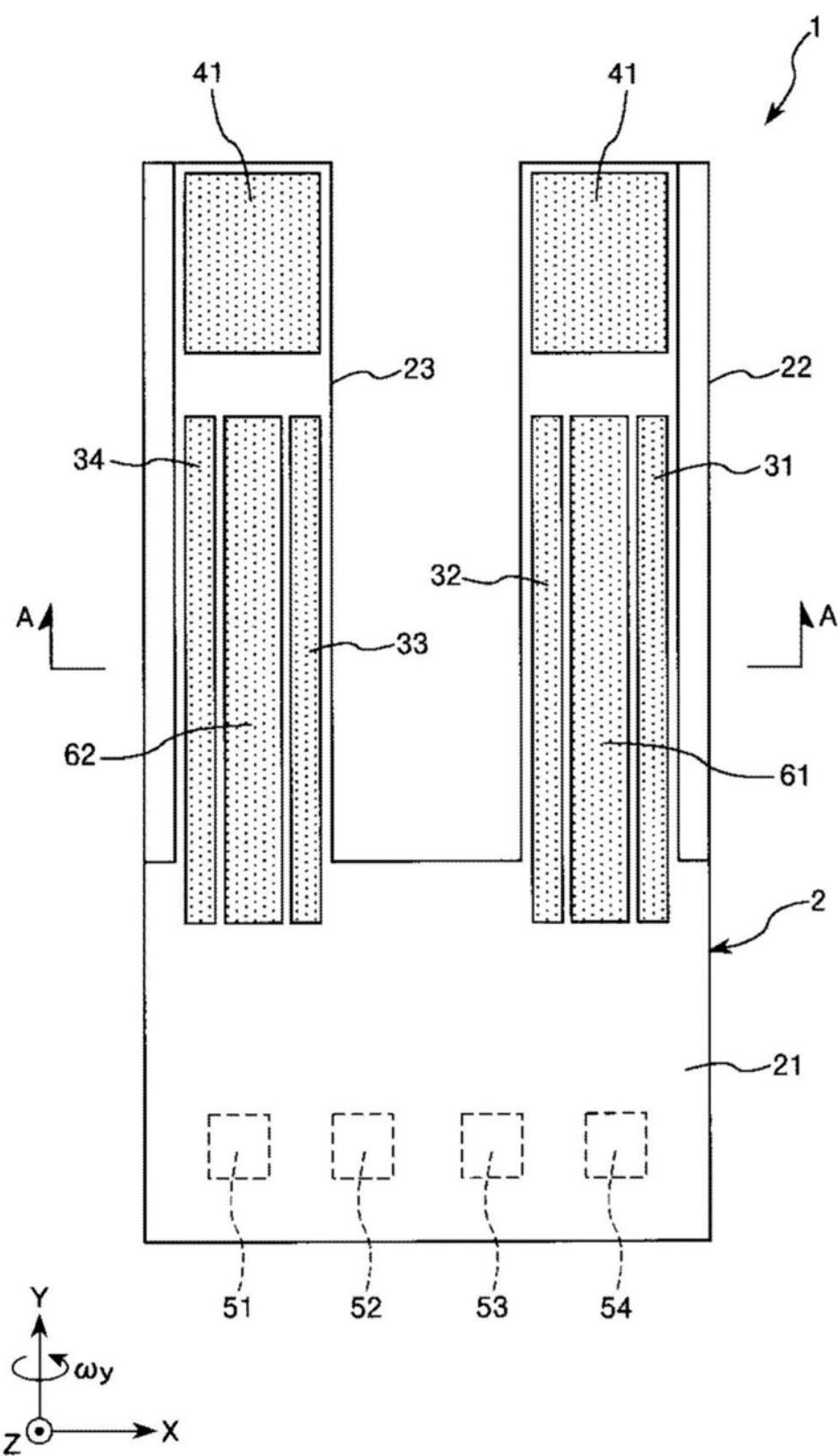


图1

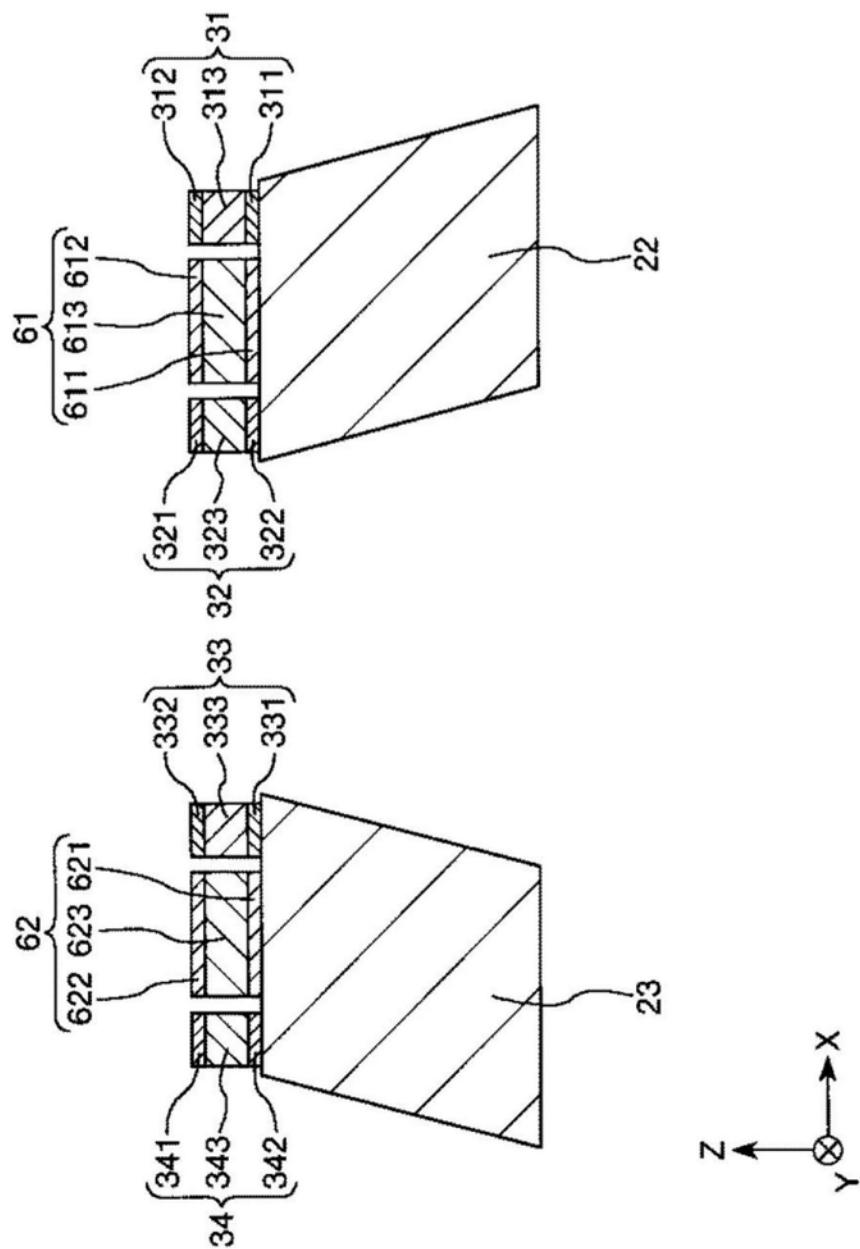


图2

(驱动振动模式)

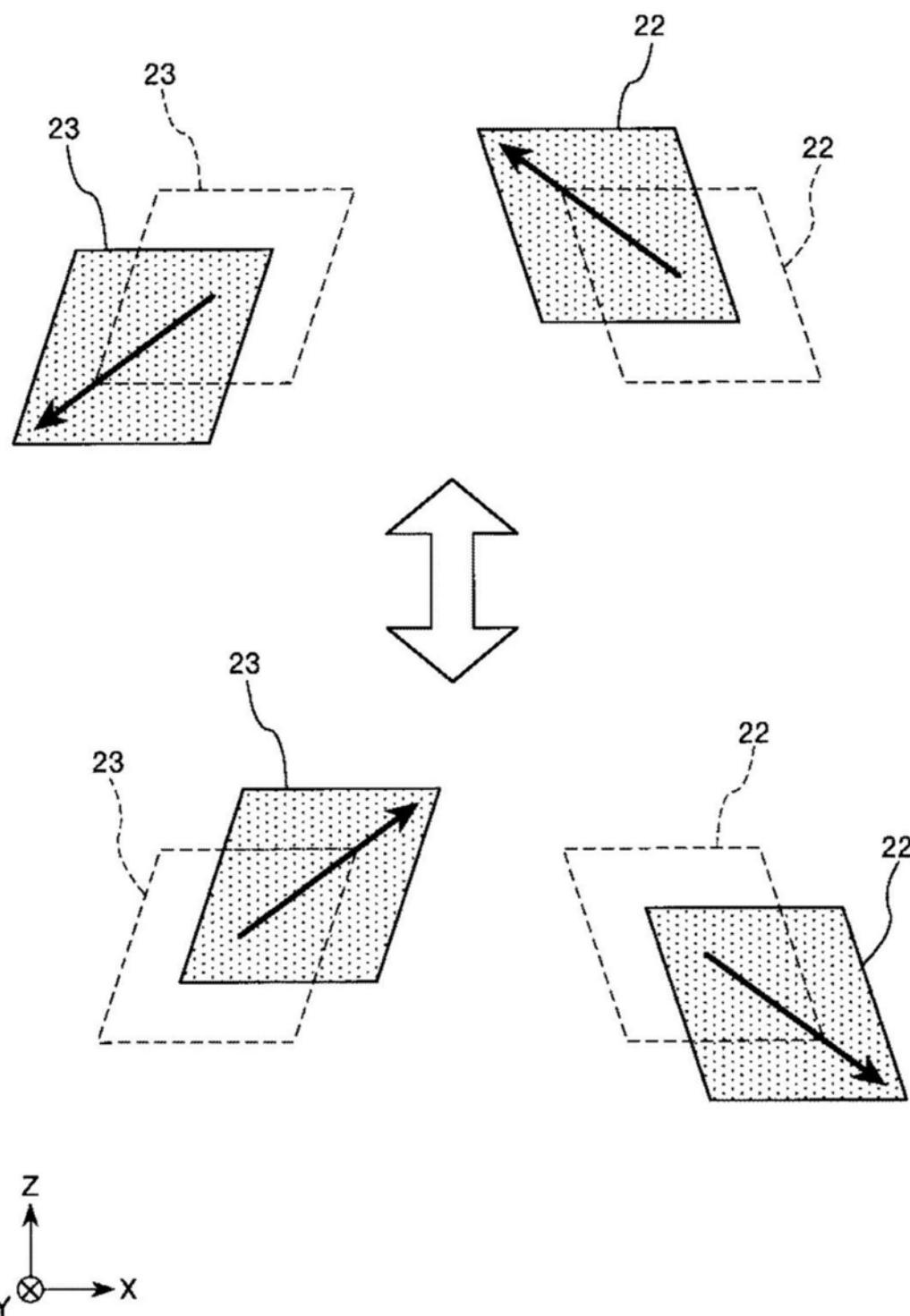


图3

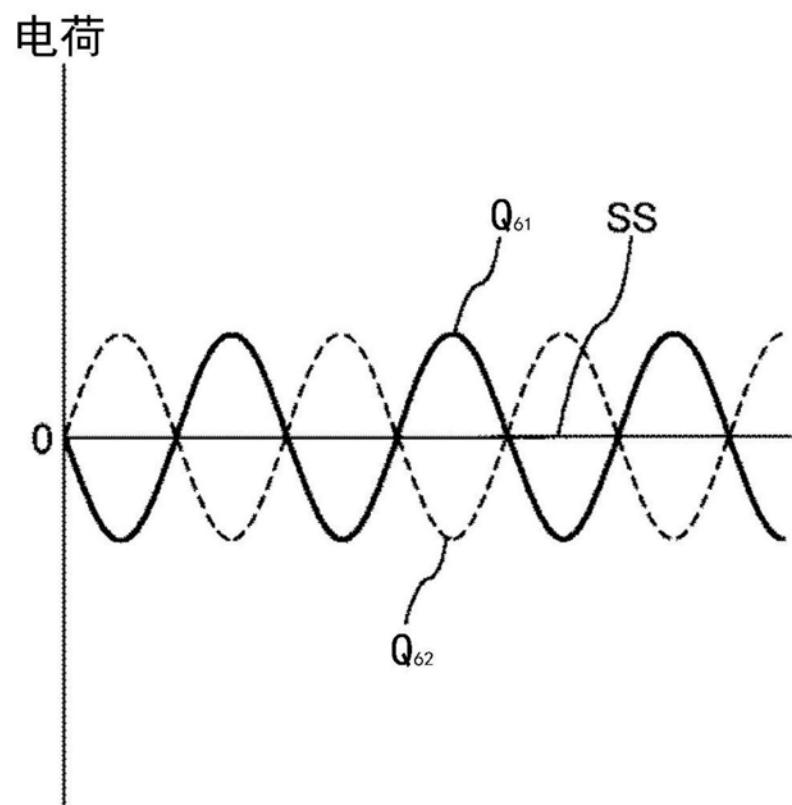


图4

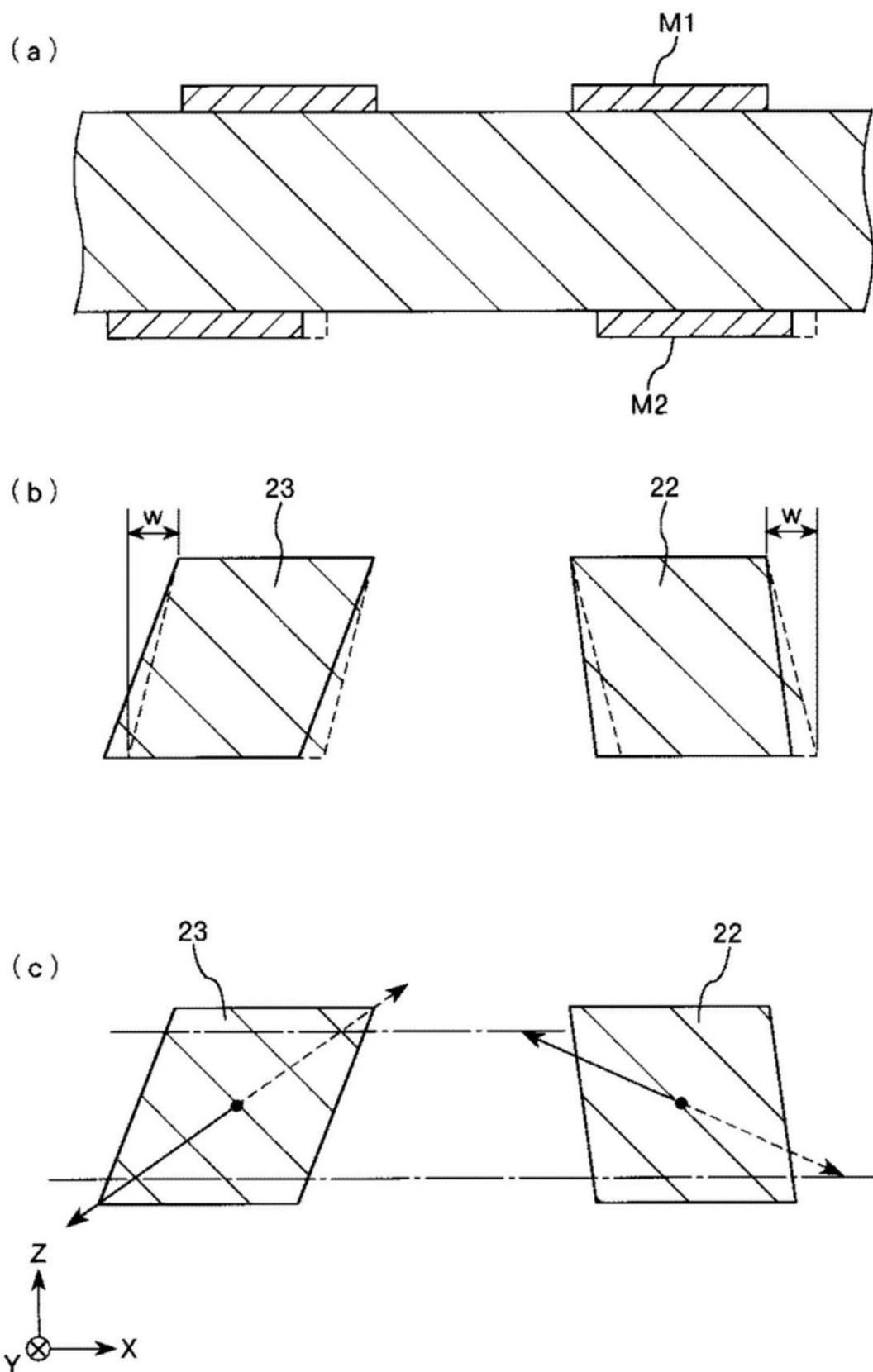


图5

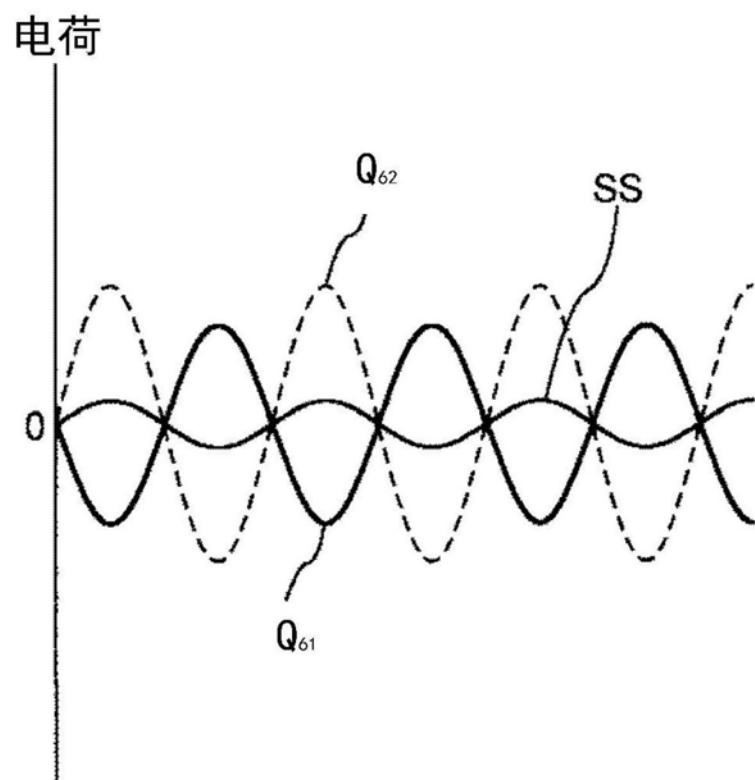


图6

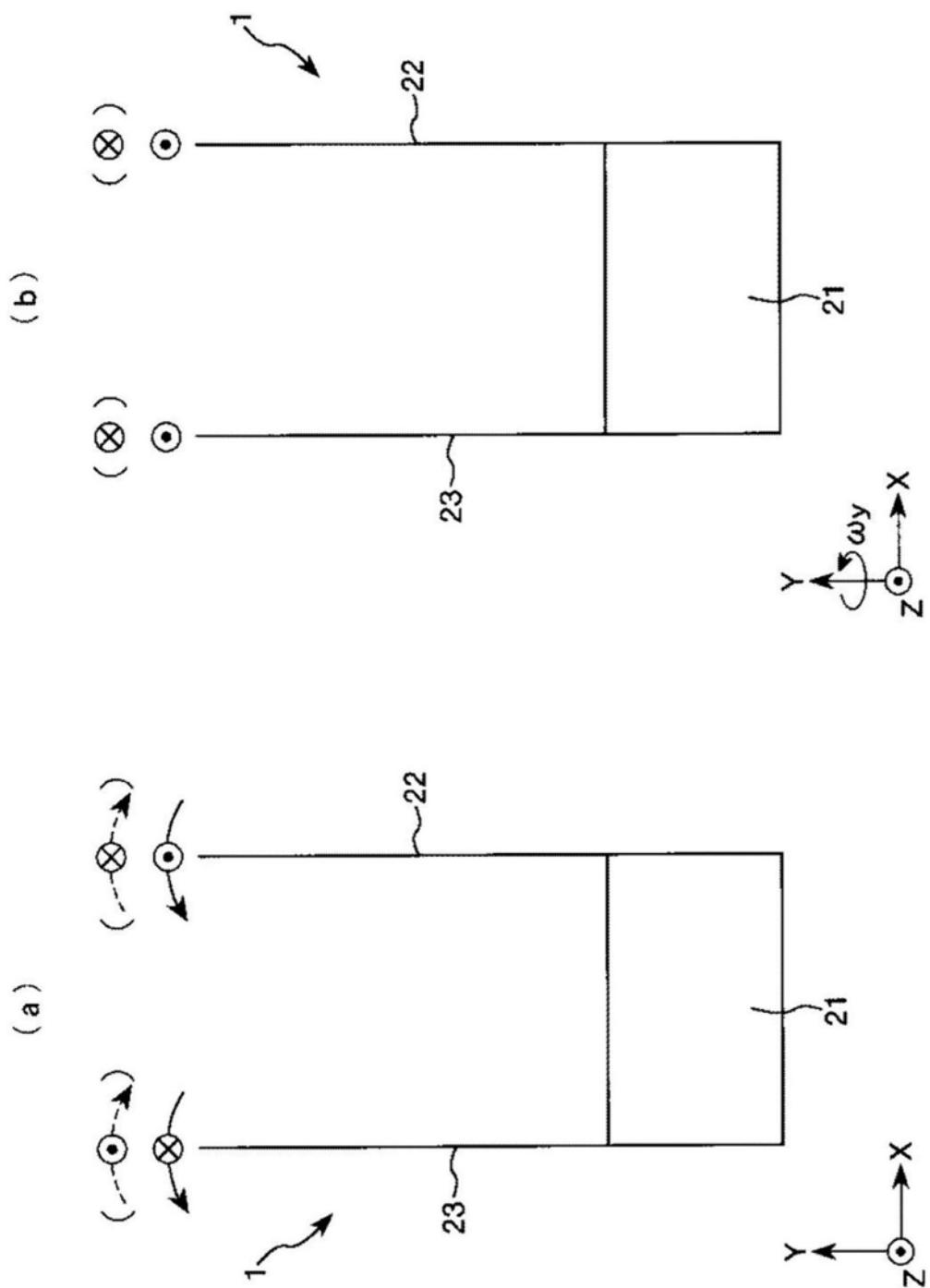


图7

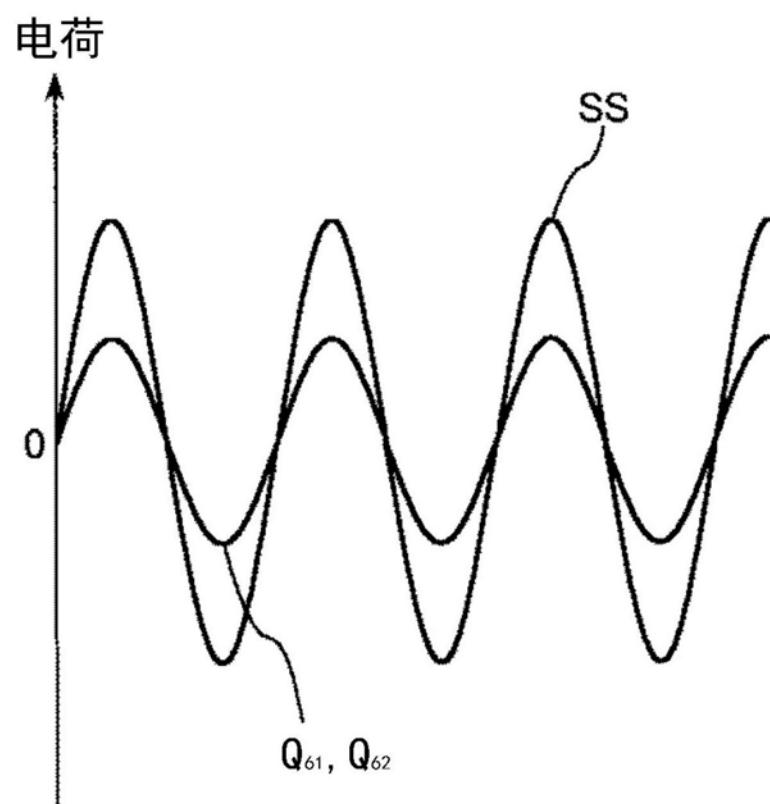
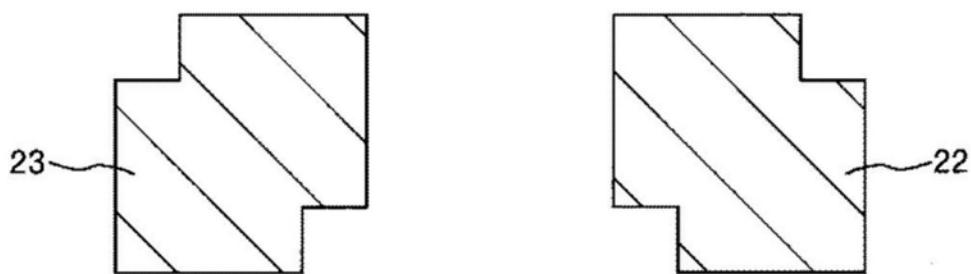
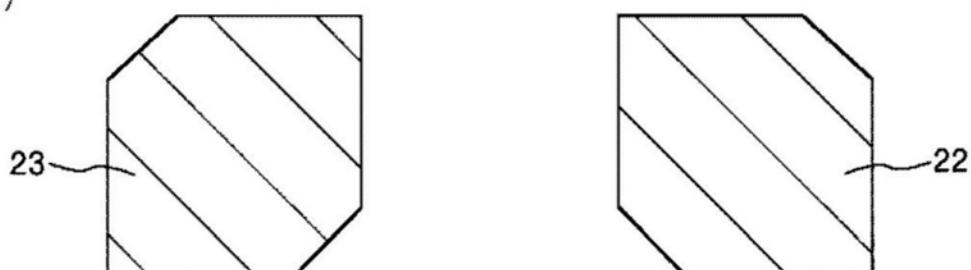


图8

(a)



(b)



(c)

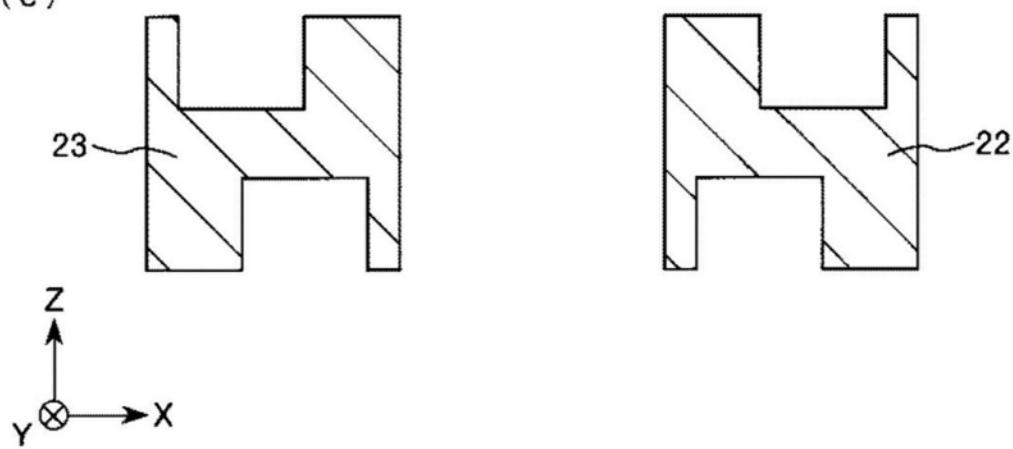


图9

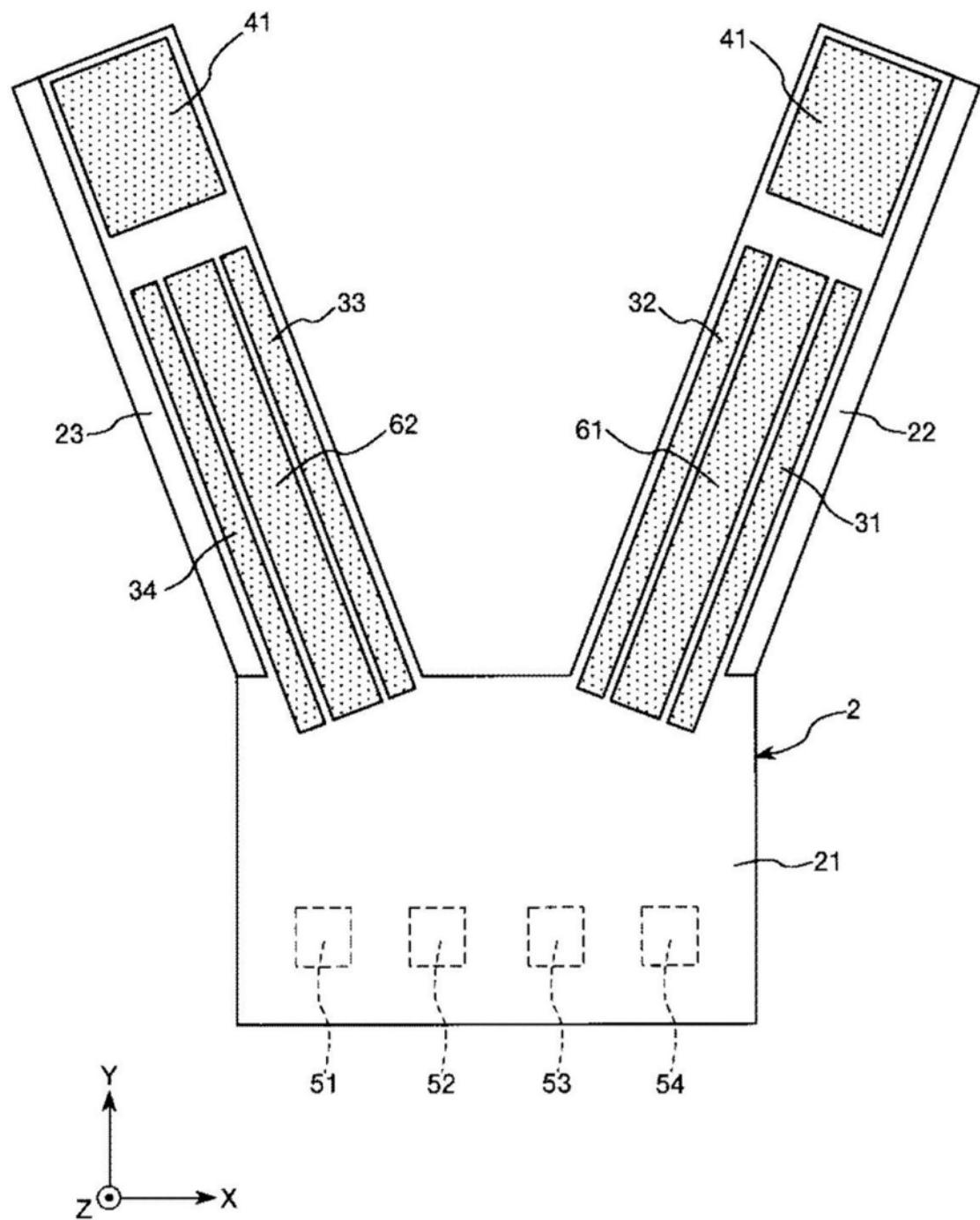


图10

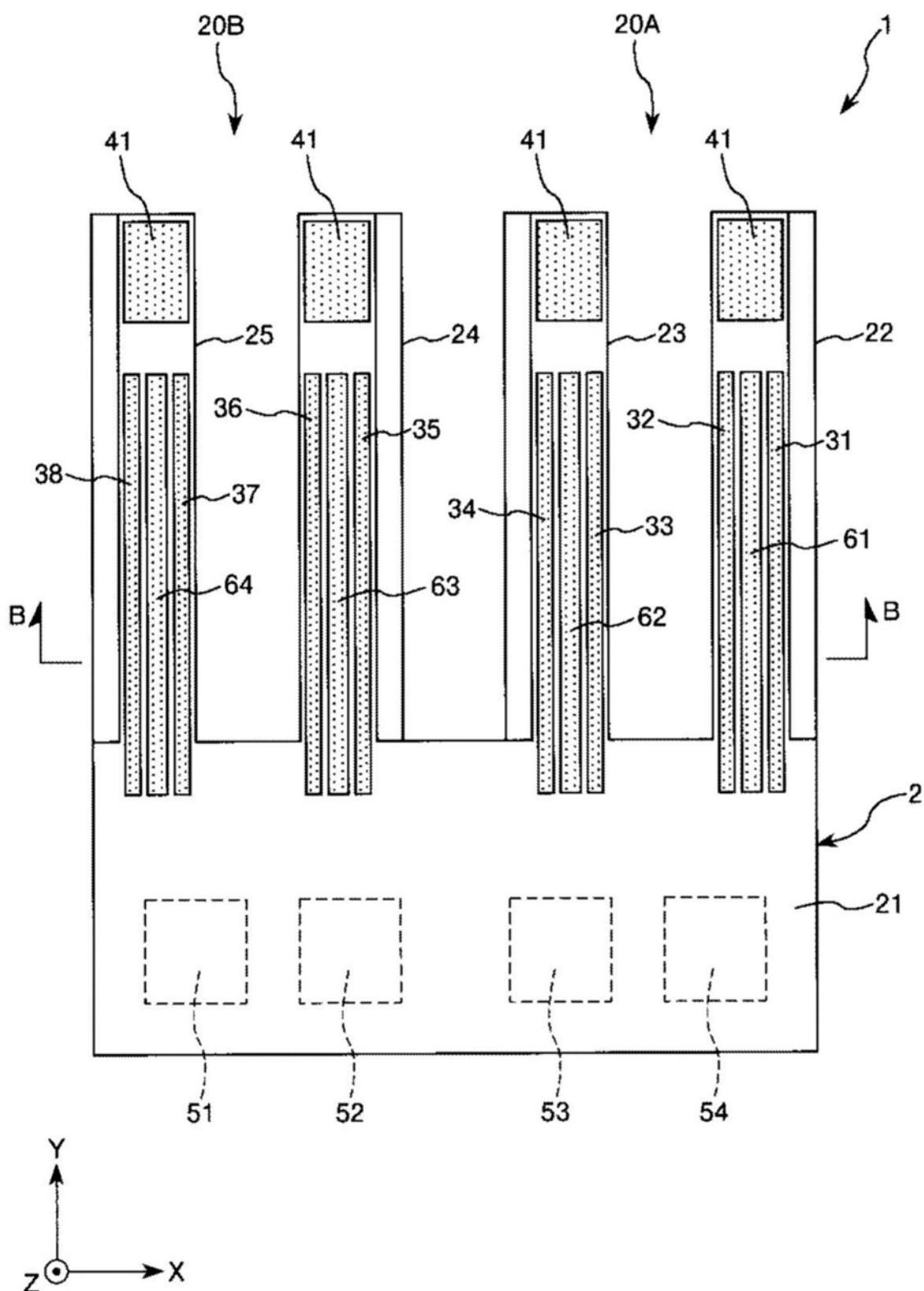


图11

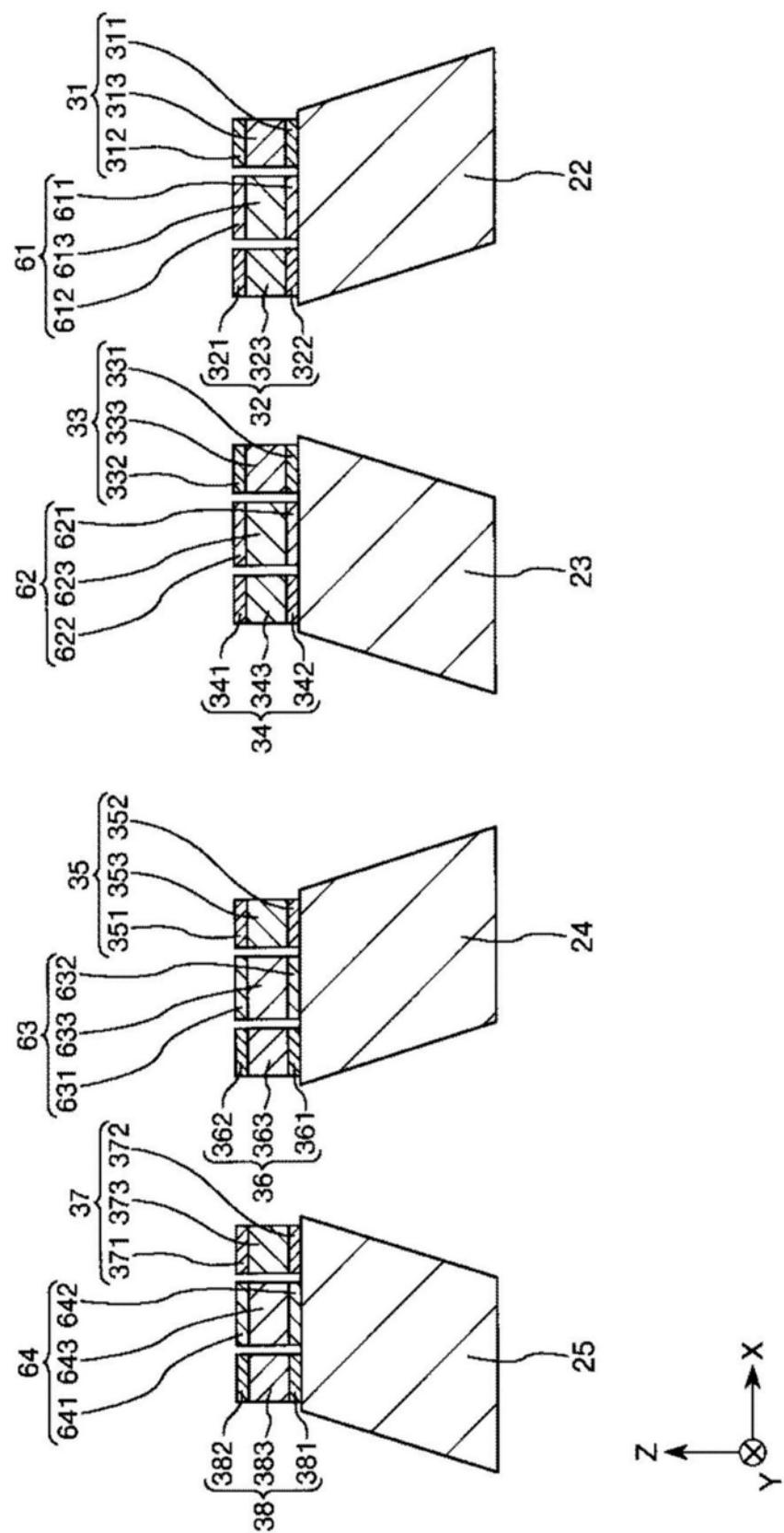


图12

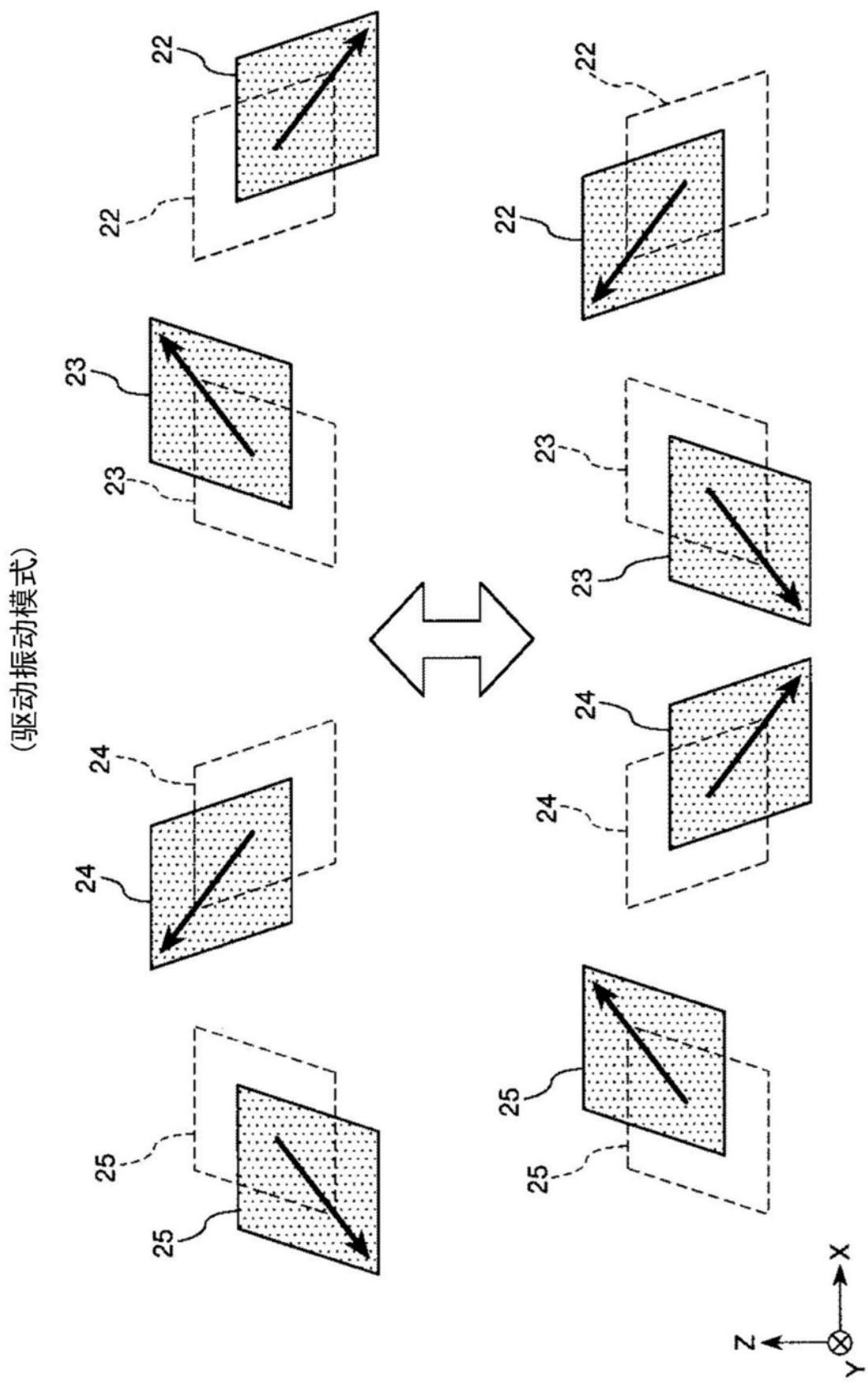


图13

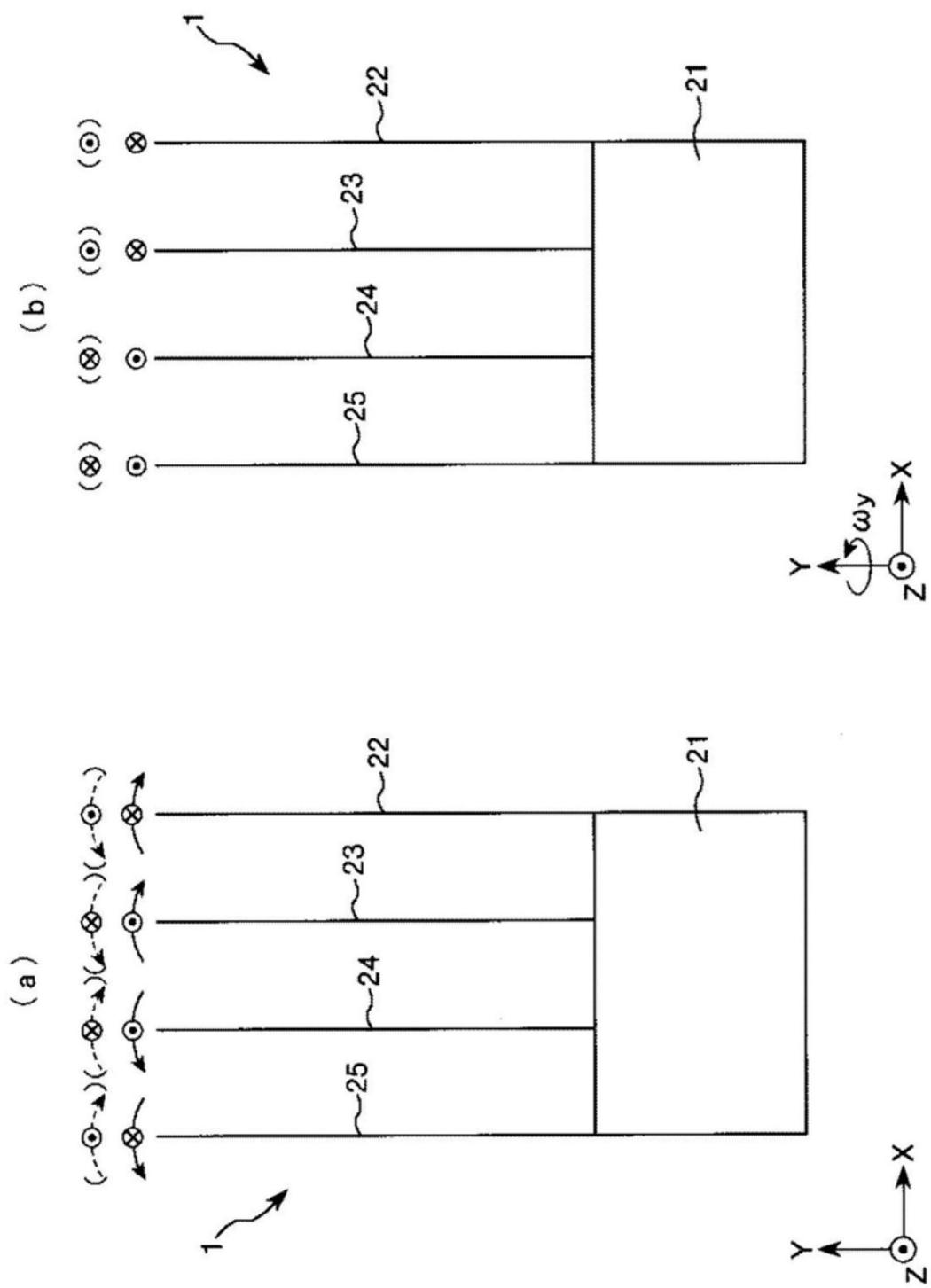


图14

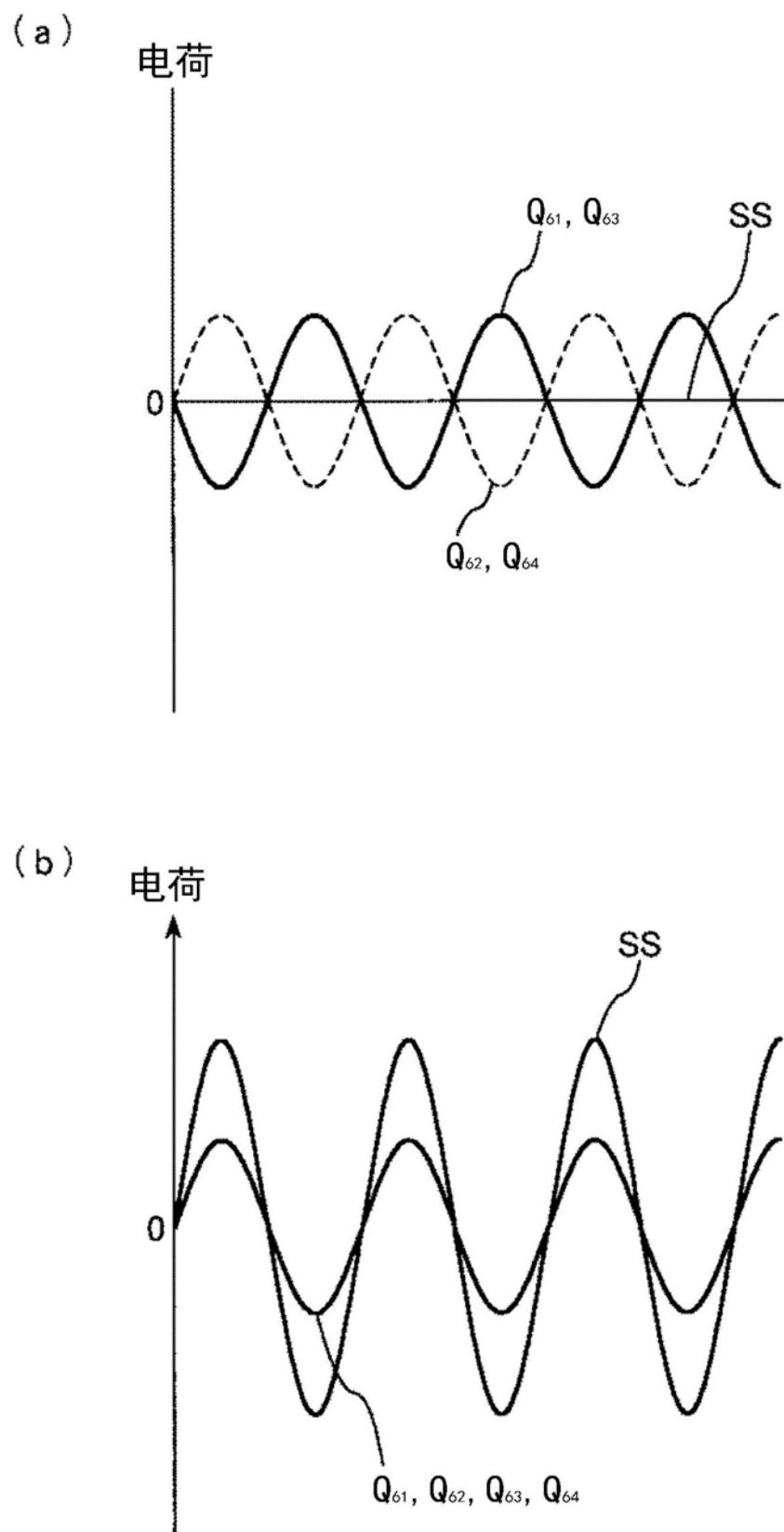


图15

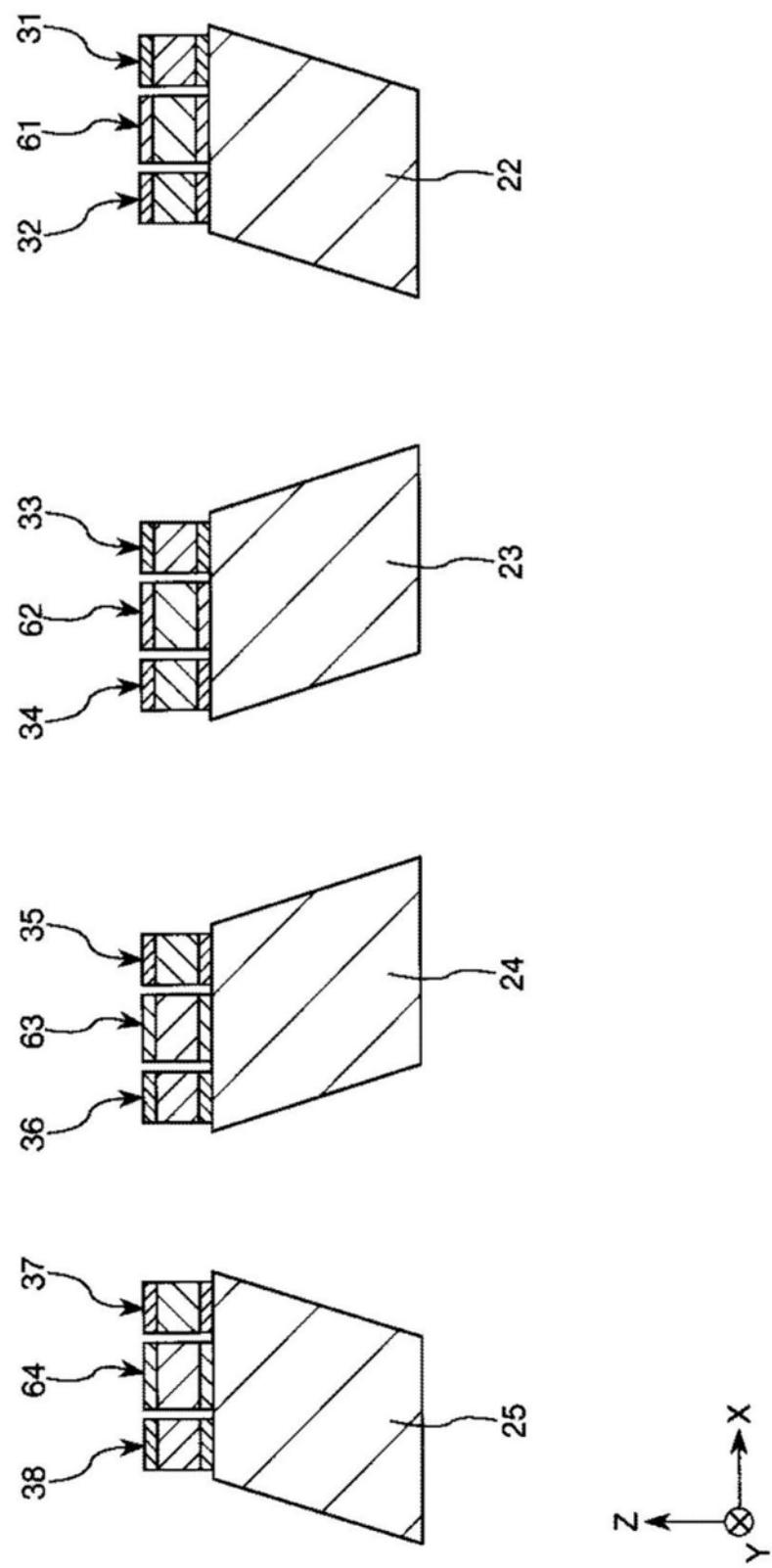


图16

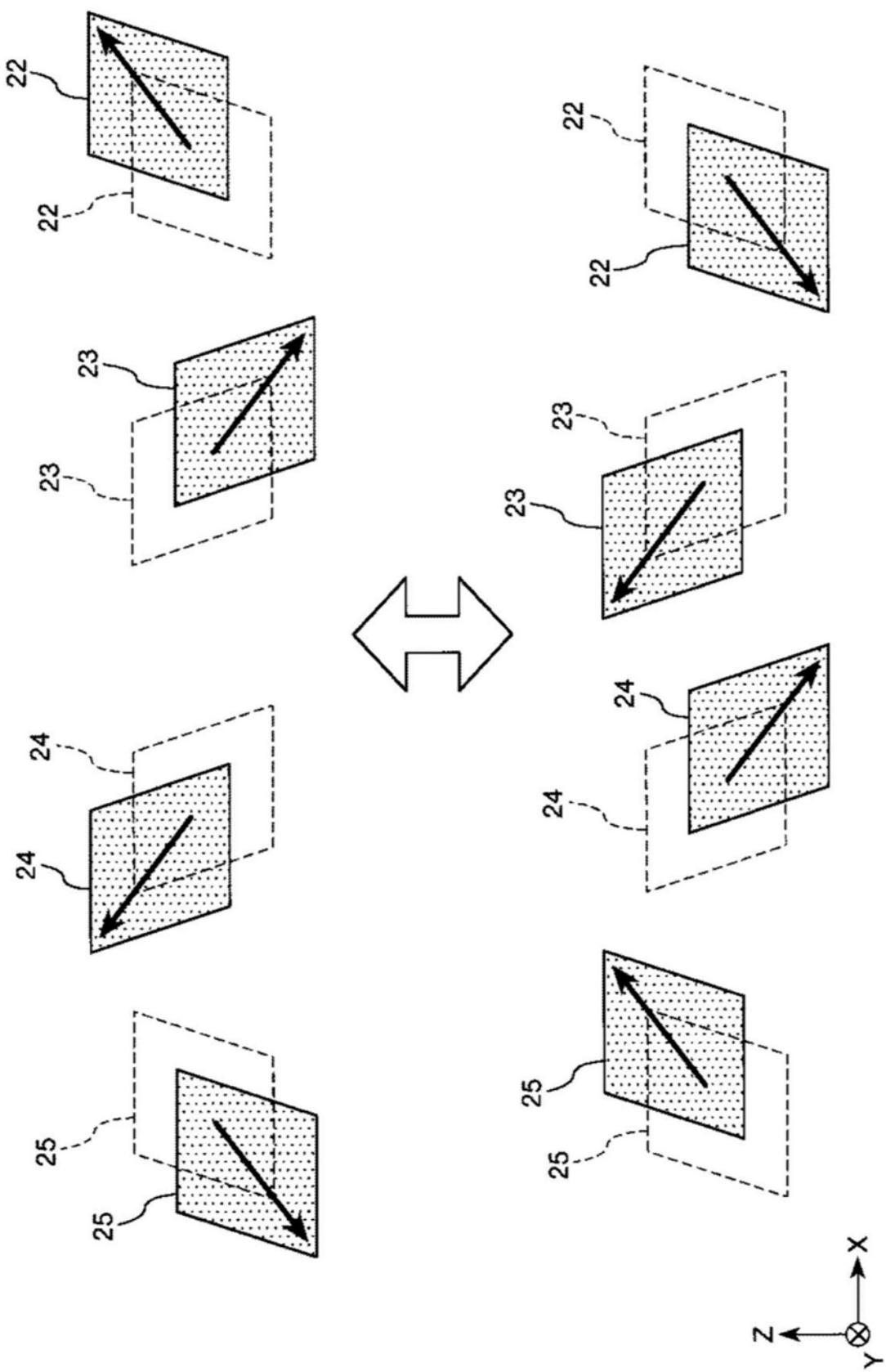


图17

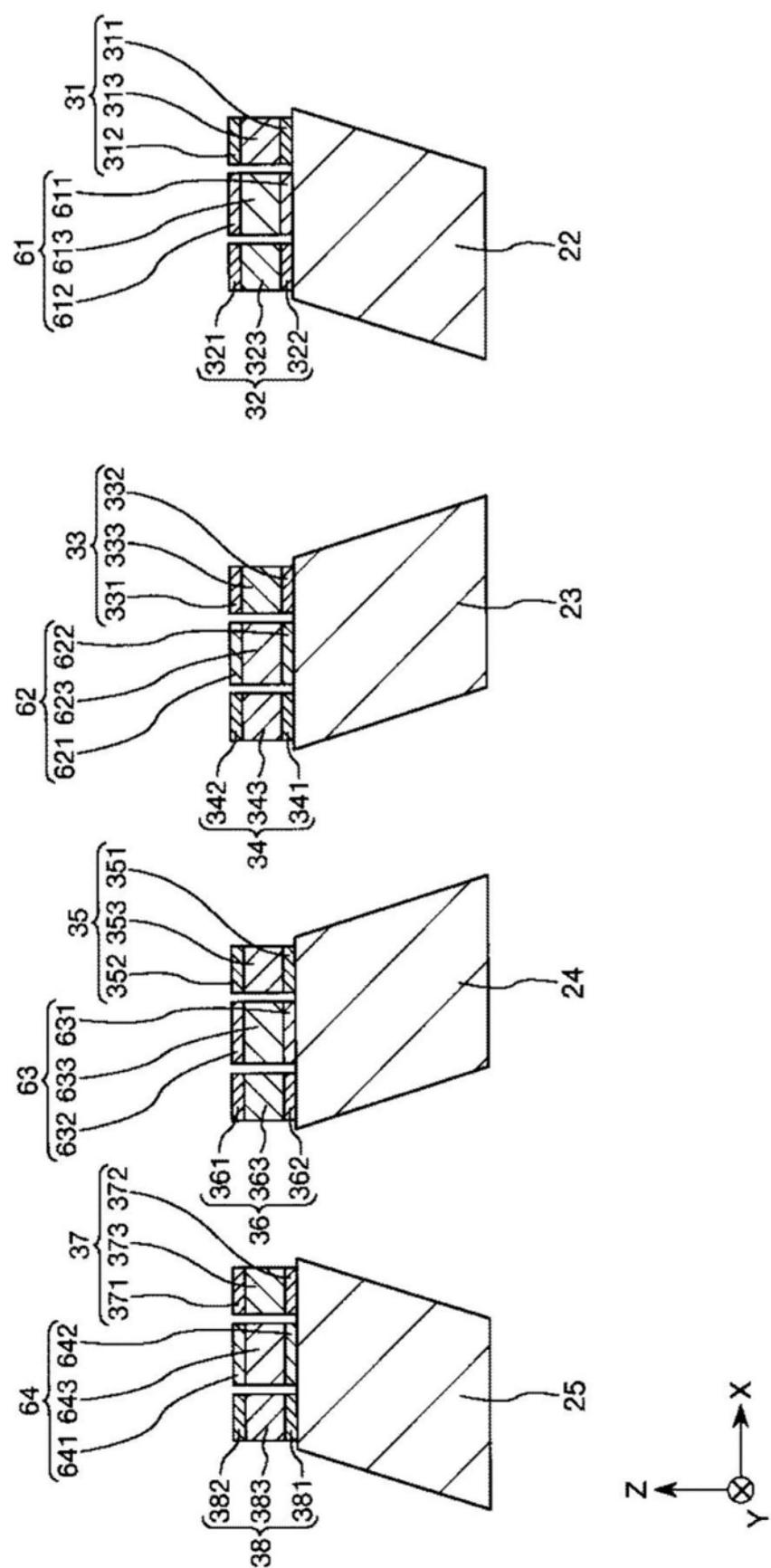


图18

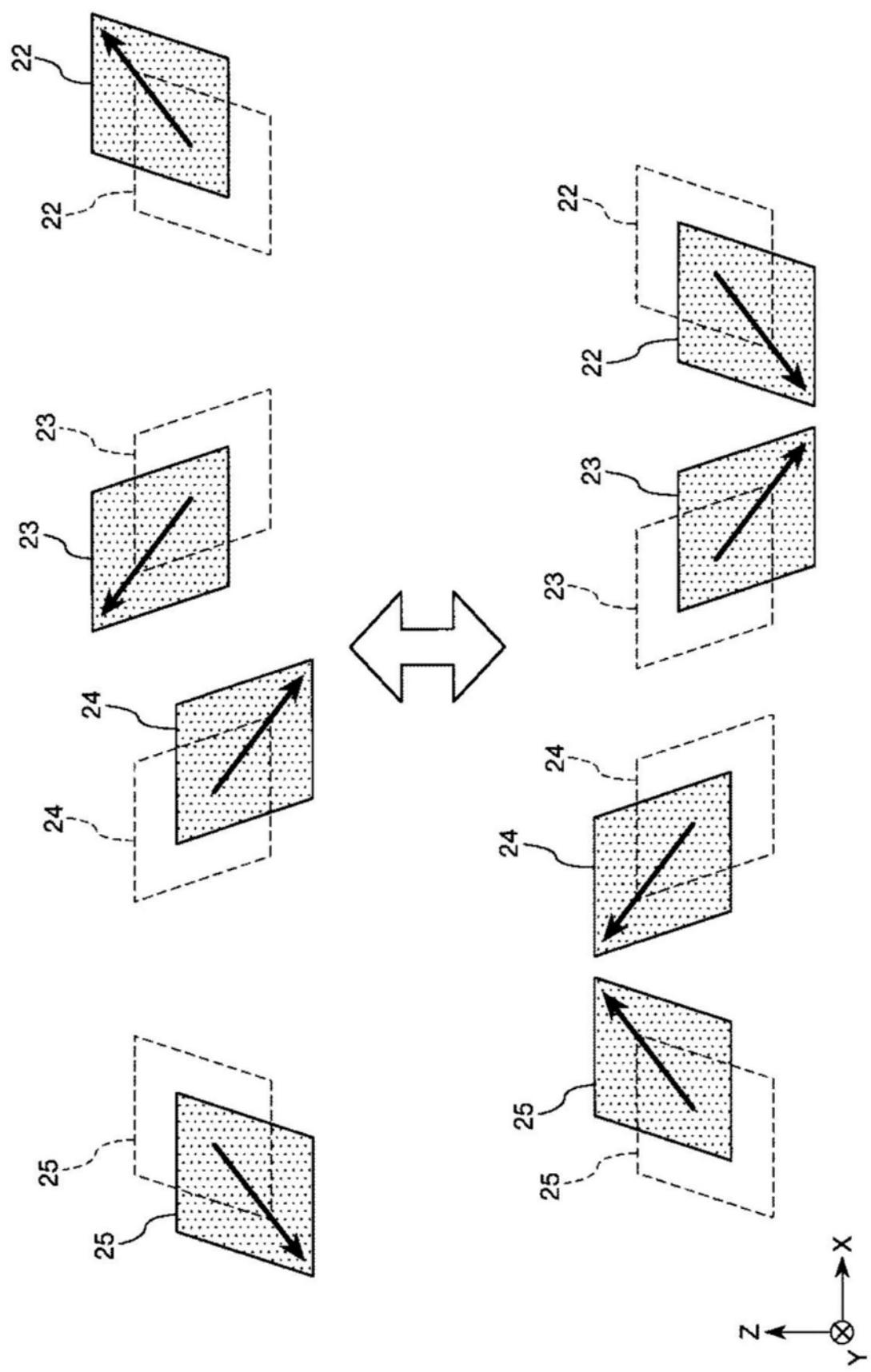


图19

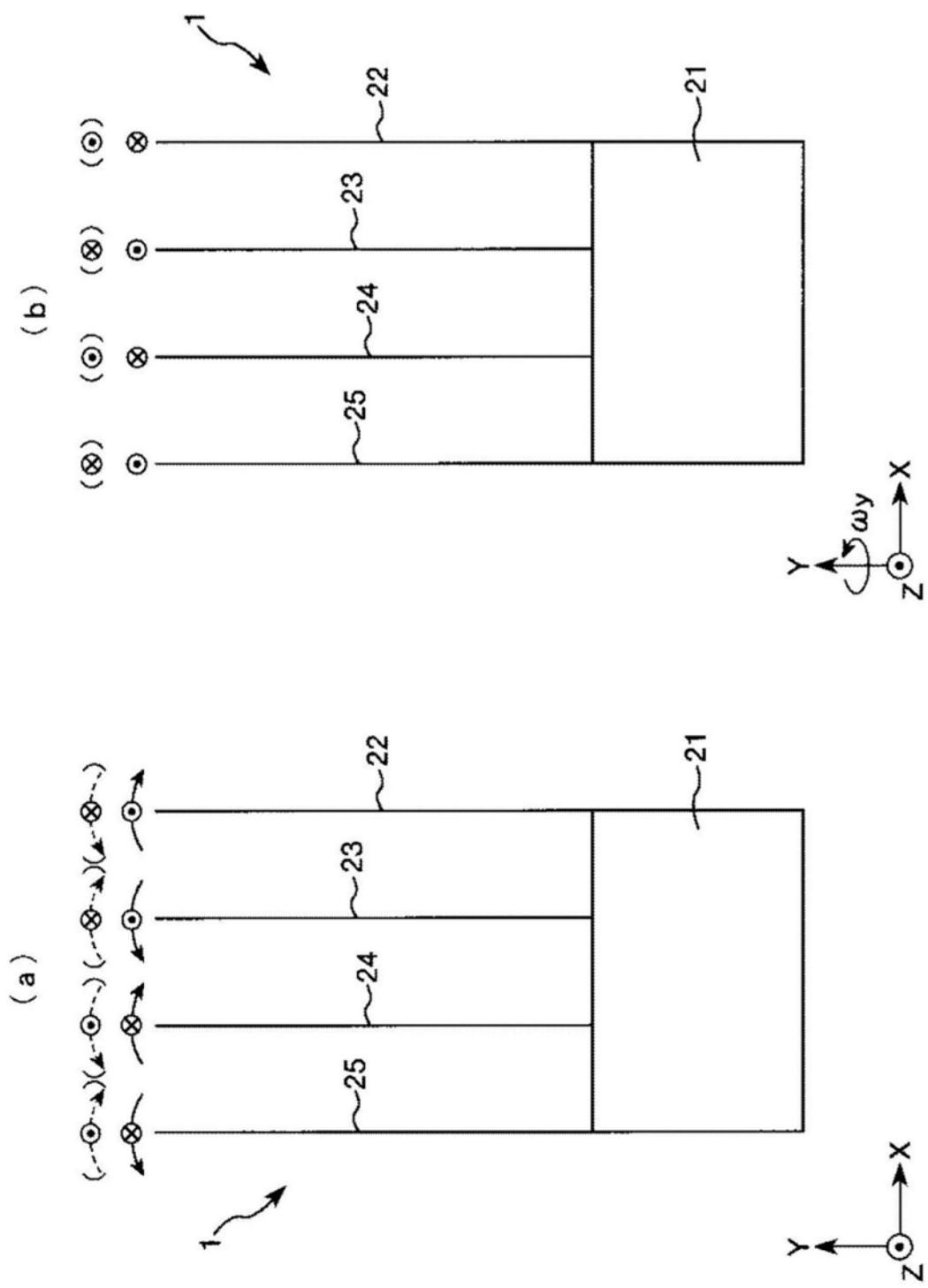


图20

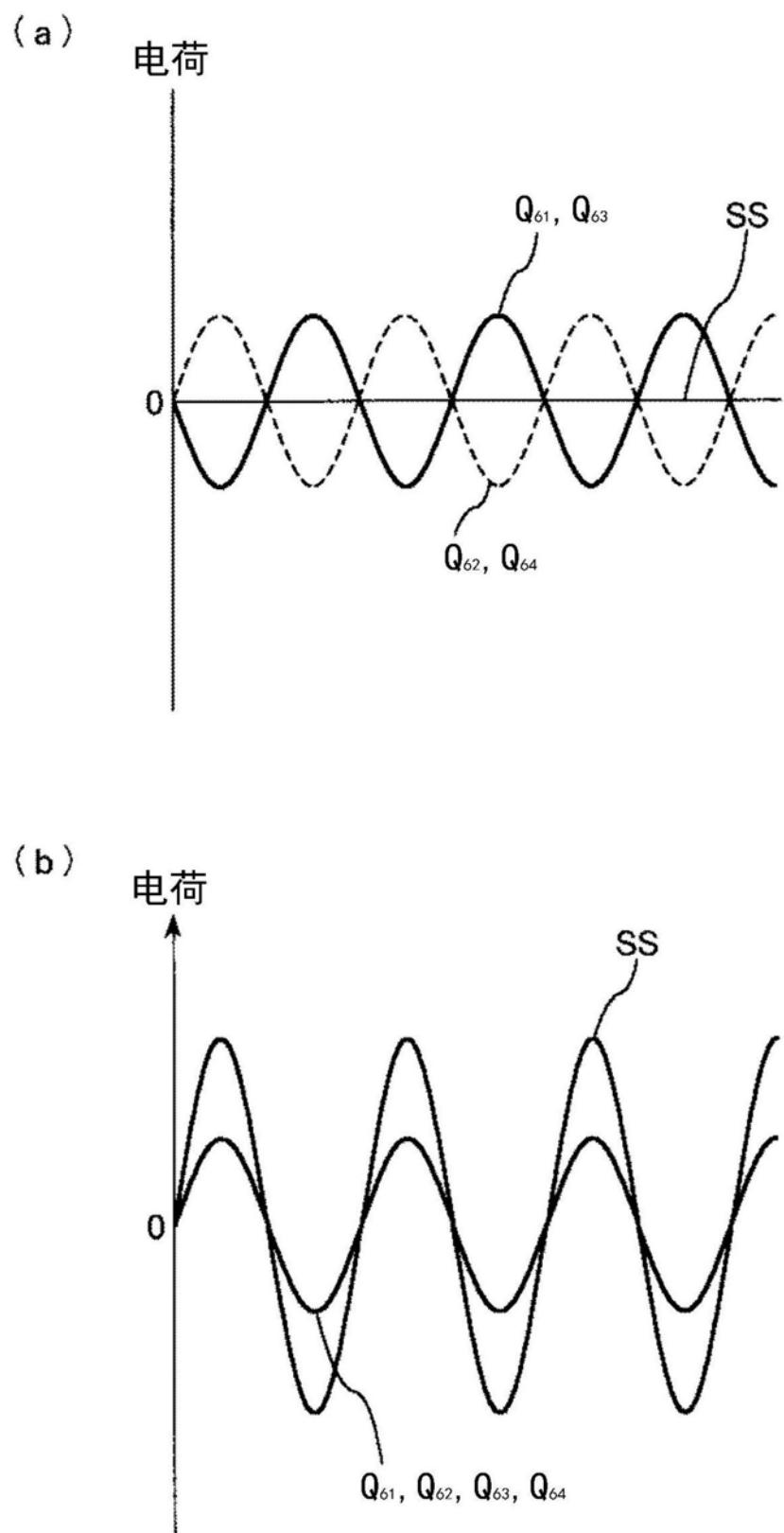


图21

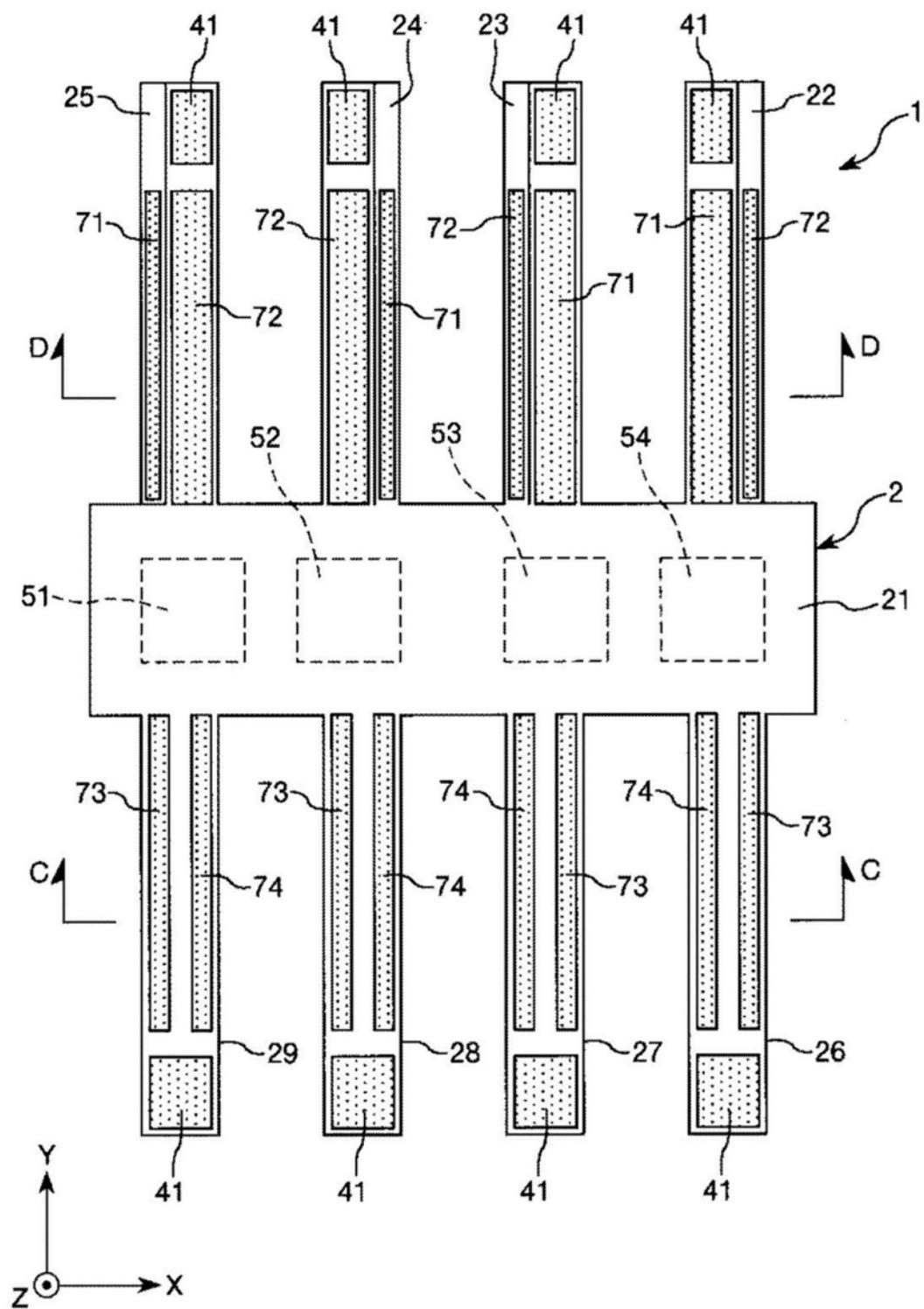


图22

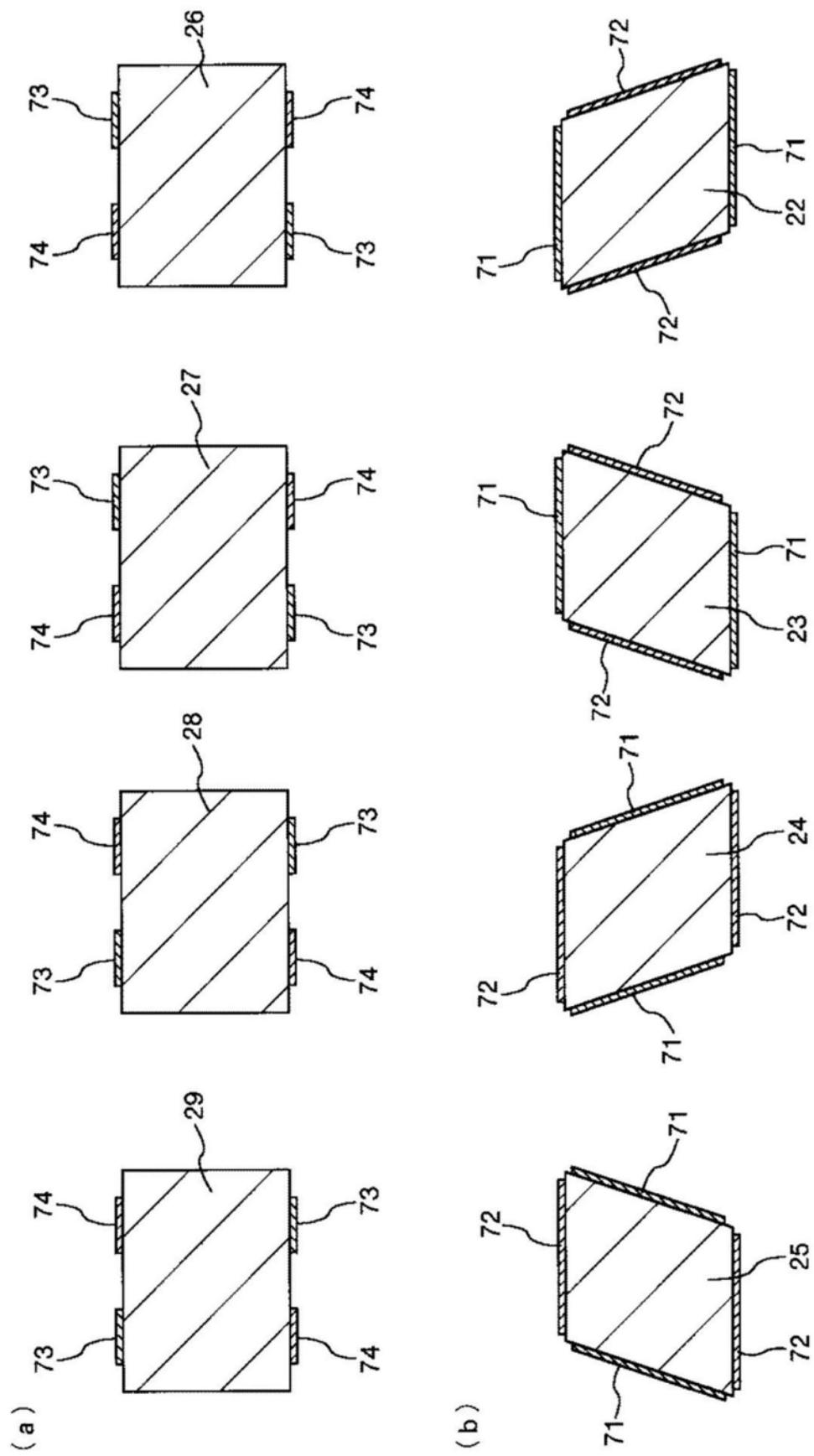


图23

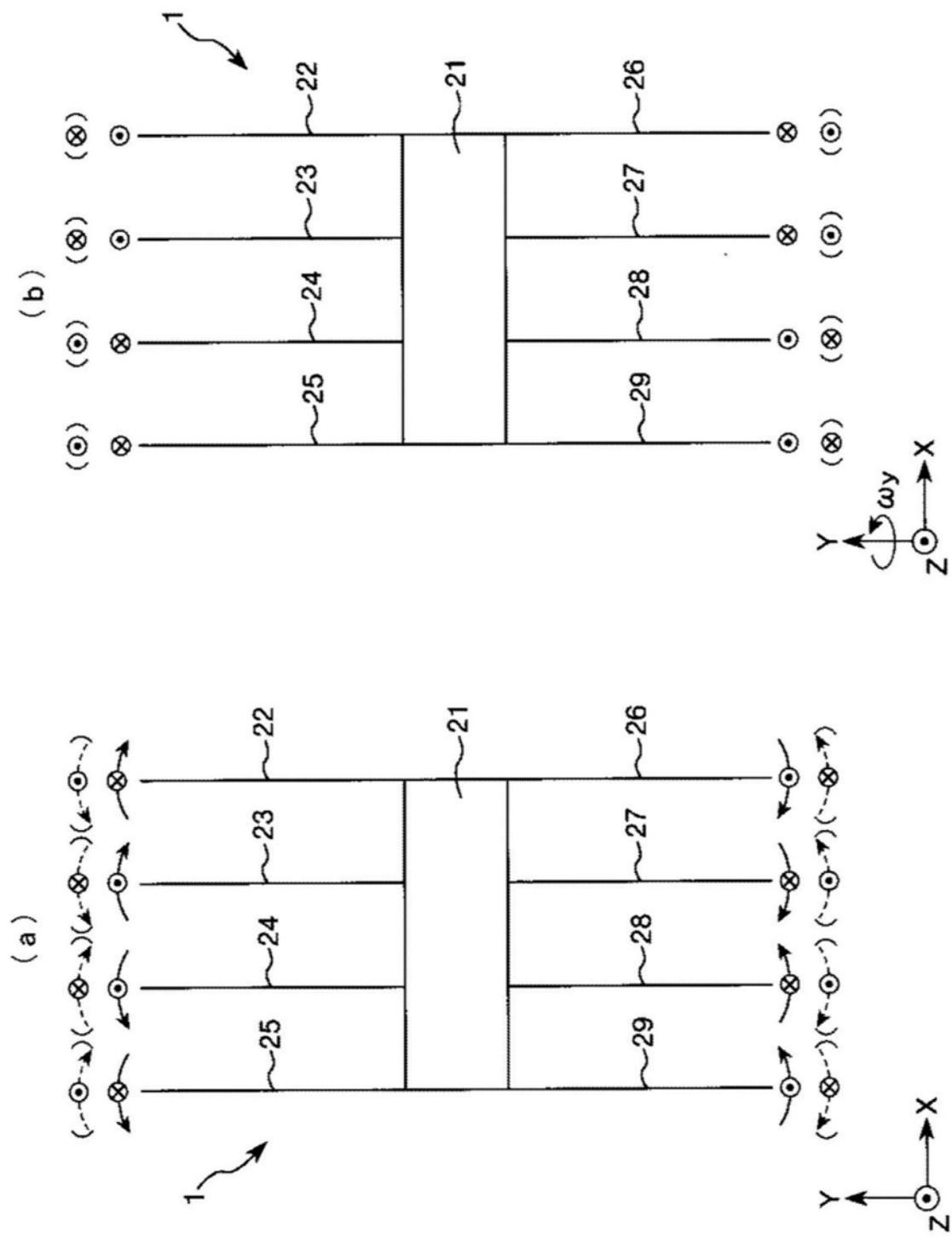


图24

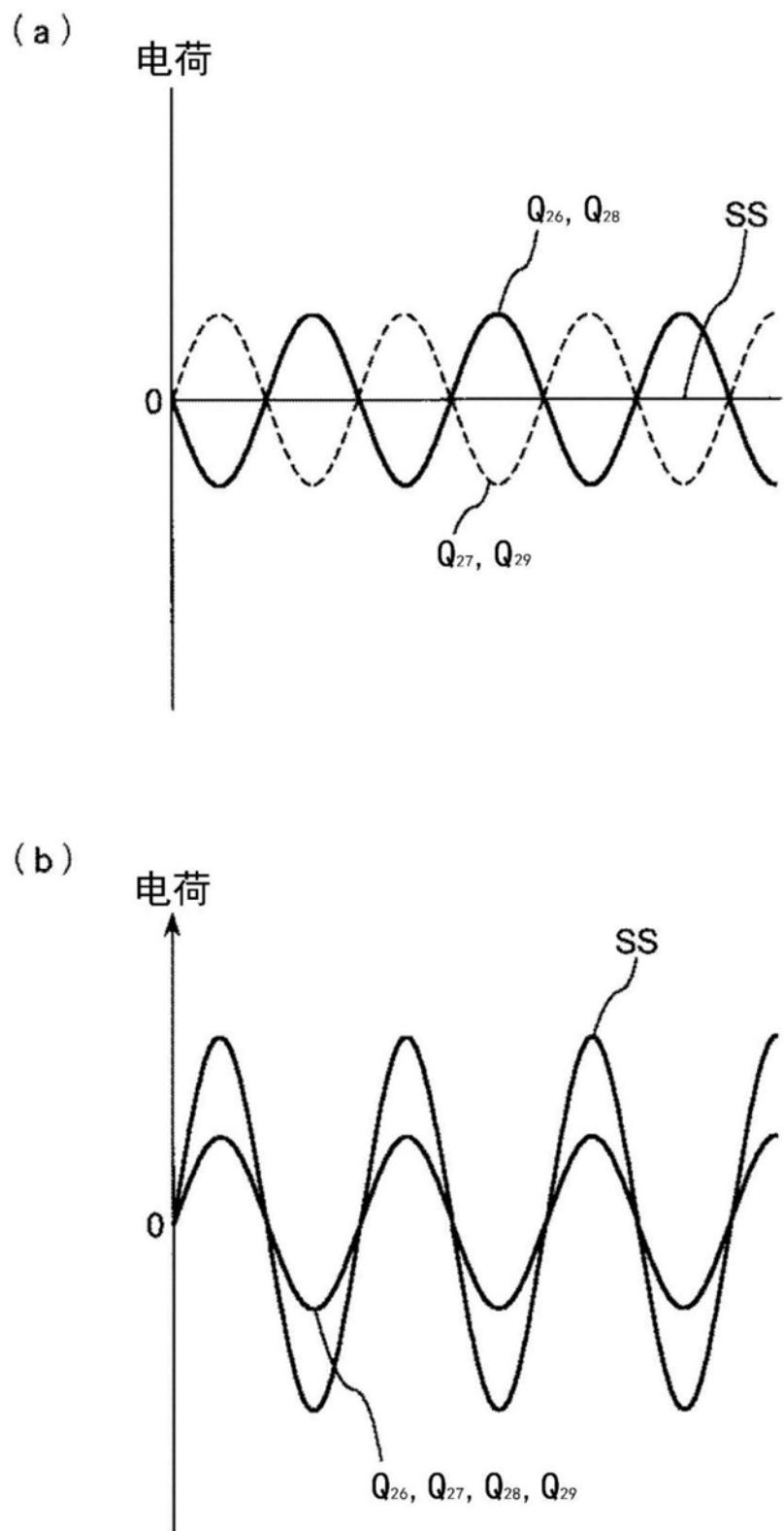


图25

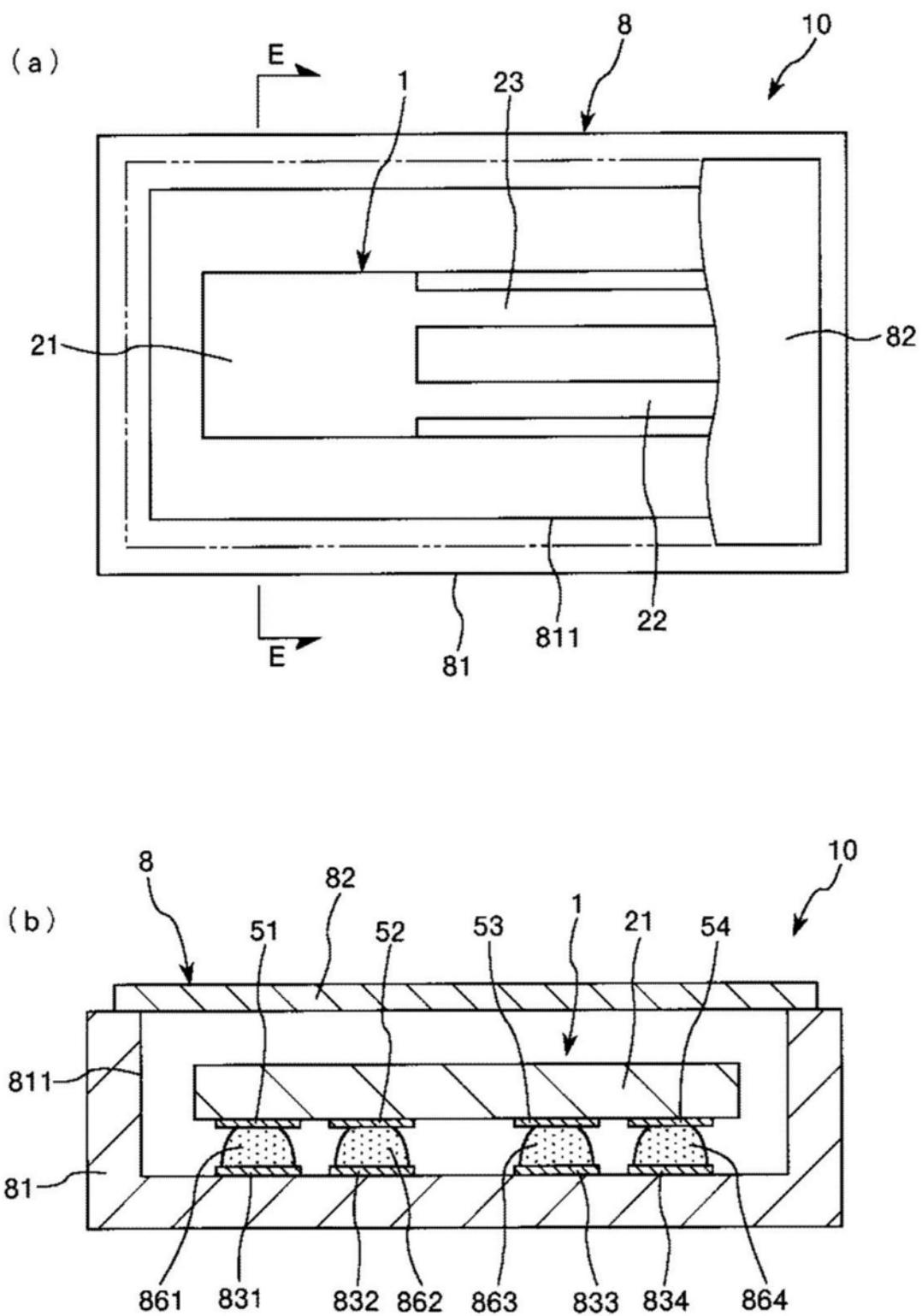


图26

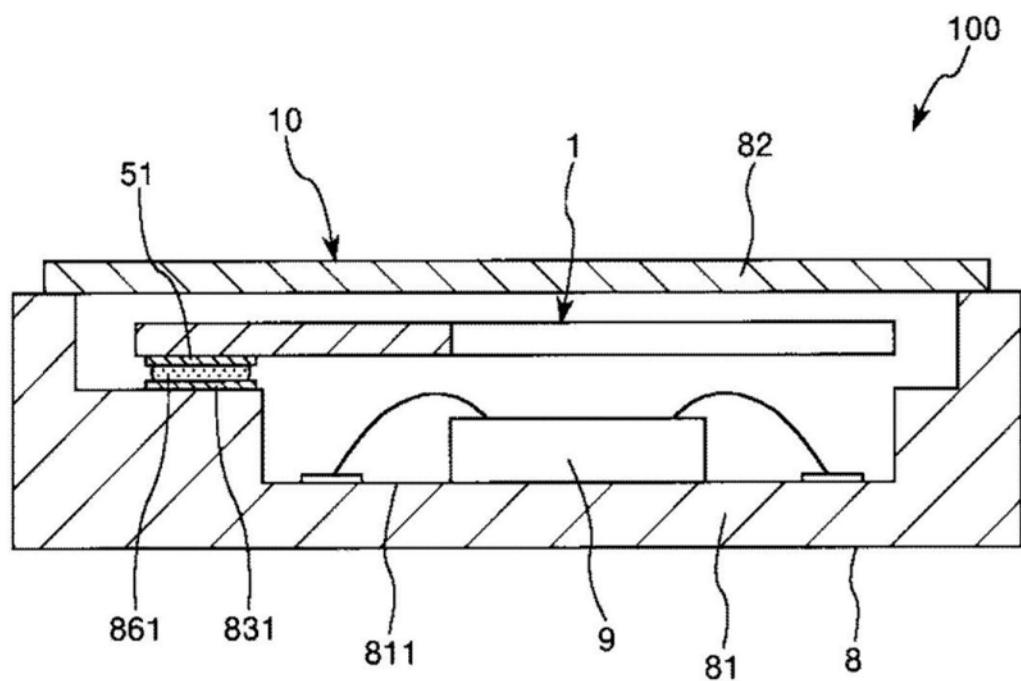


图27

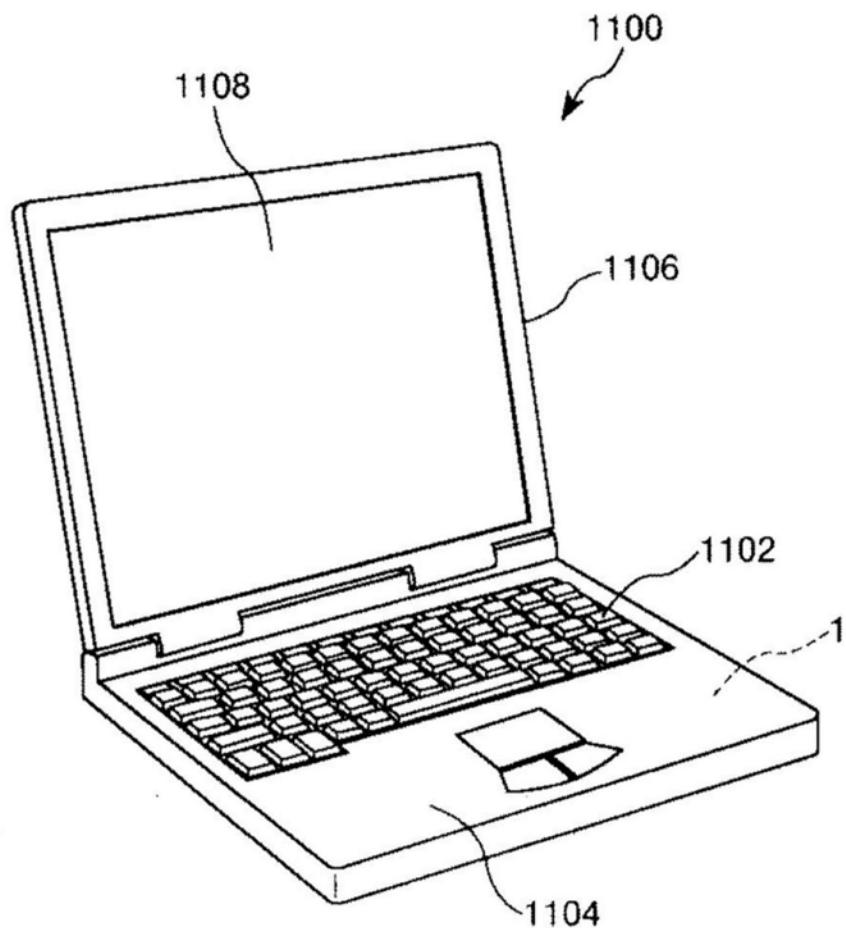


图28

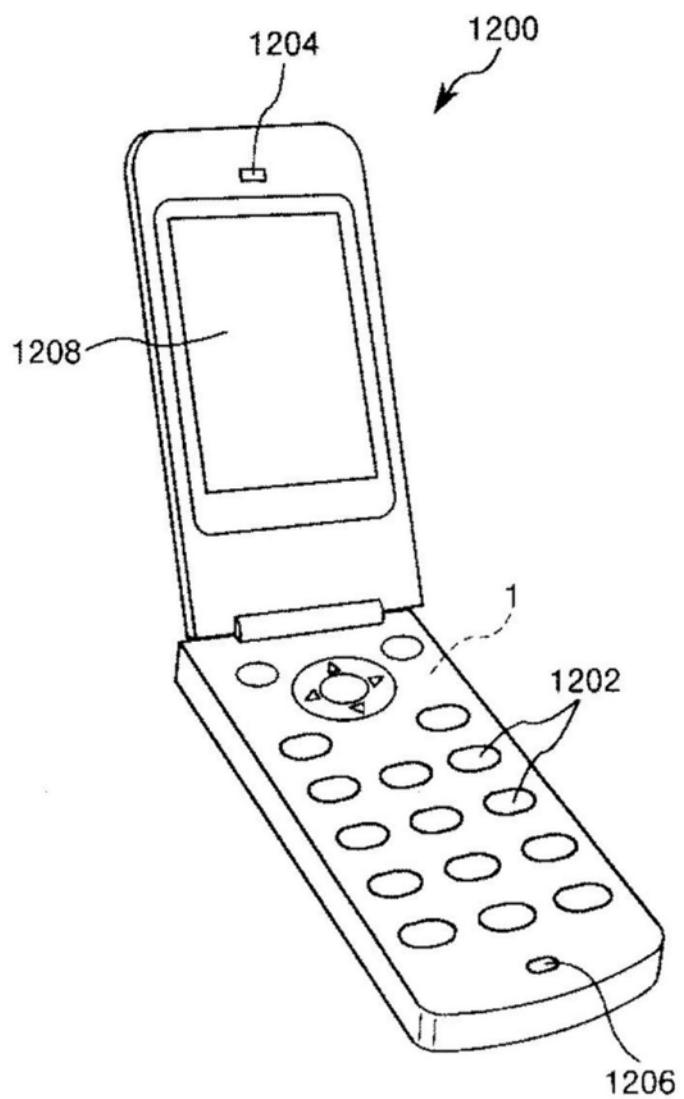


图29

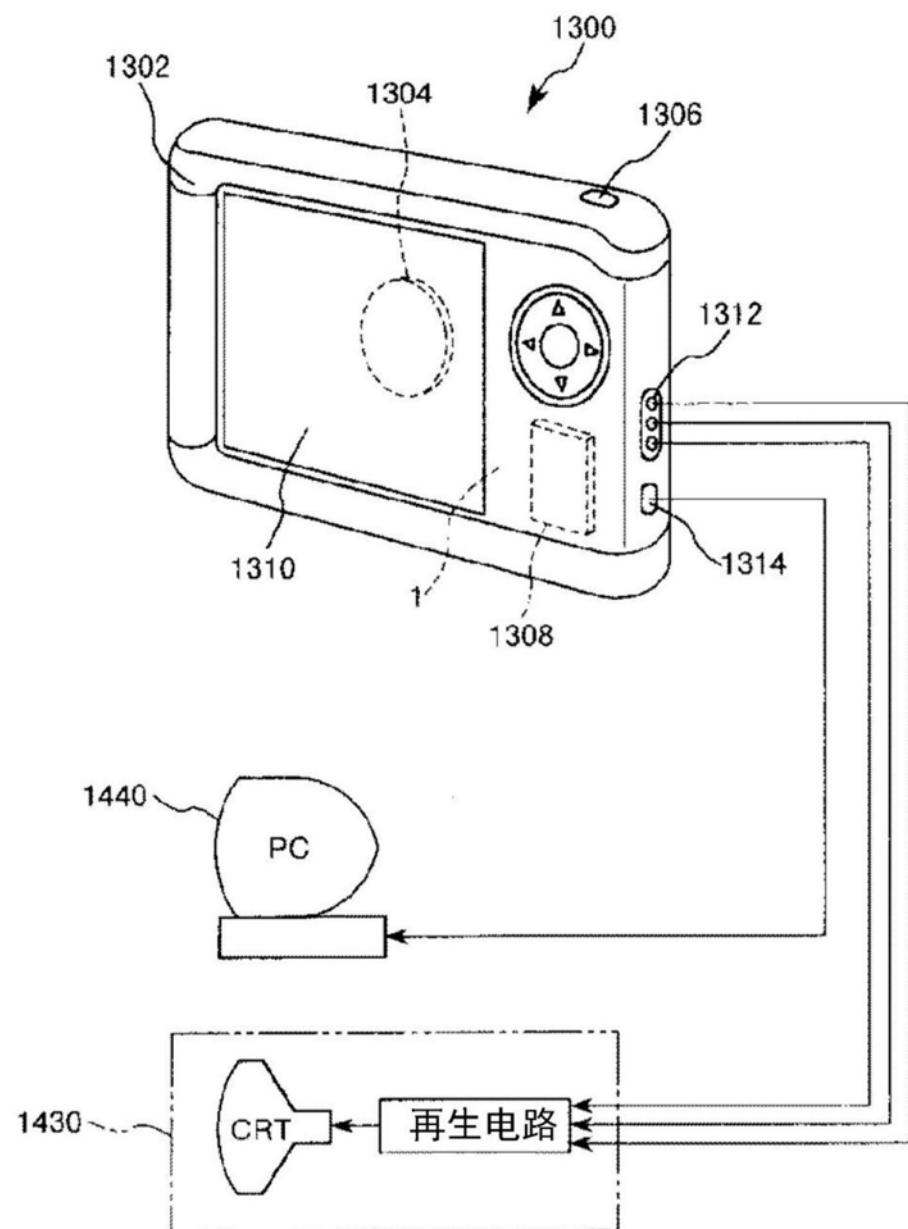


图30

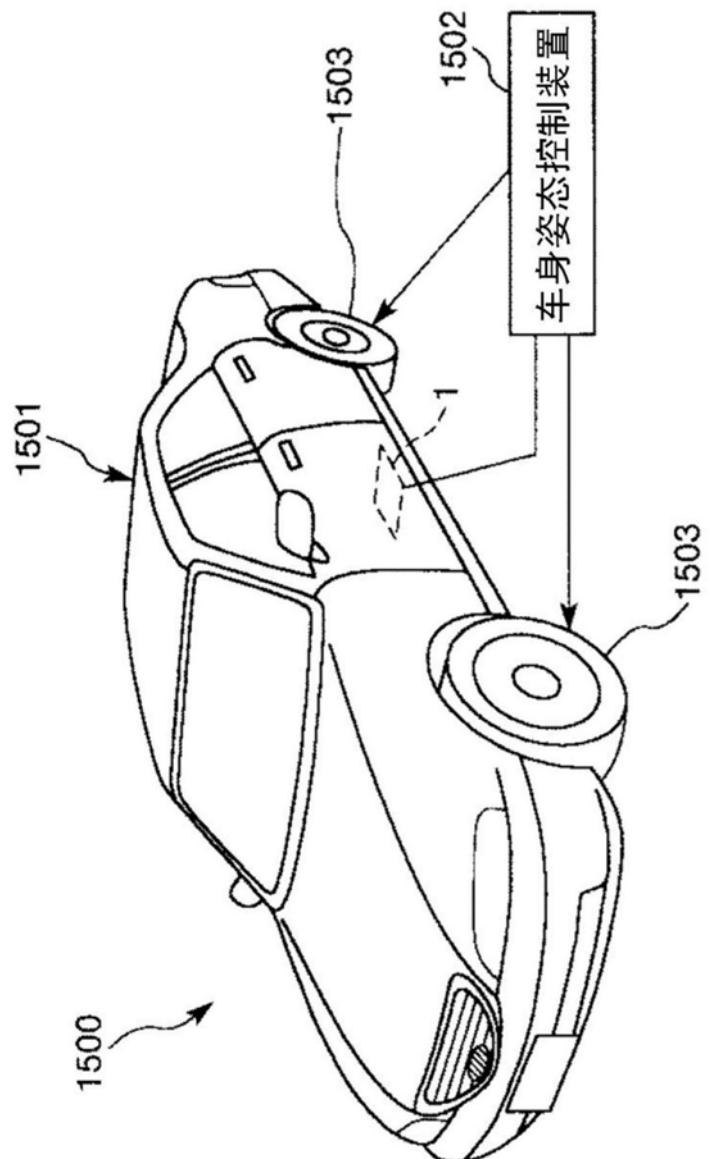


图31