



(21) 申请号 201911273832.X

(22) 申请日 2019.12.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111308403 A

(43) 申请公布日 2020.06.19

(30) 优先权数据
2018-232084 2018.12.12 JP

(73) 专利权人 TDK株式会社
地址 日本东京都
专利权人 旭化成微电子株式会社

(72) 发明人 渡部司也 平林启 奥津吉隆
吉田将规

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322
专利代理师 杨琦 陈明霞

(51) Int.Cl.
G01R 33/09 (2006.01)

(56) 对比文件
WO 2008123144 A1, 2008.10.16
JP 2016138839 A, 2016.08.04
CN 108627944 A, 2018.10.09
CN 106097723 A, 2016.11.09
CN 104834021 A, 2015.08.12
JP H0629686 A, 1994.02.04
JP 2008082757 A, 2008.04.10

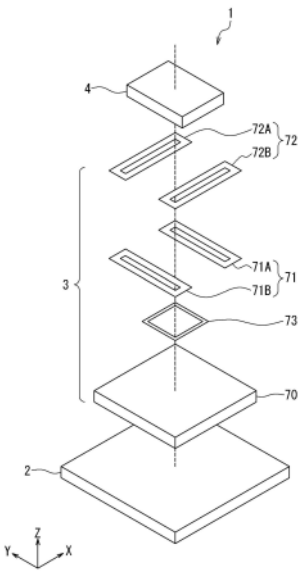
审查员 刘芳芳

权利要求书3页 说明书25页 附图29页

(54) 发明名称
磁传感器装置

(57) 摘要

本发明的磁传感器装置具备复合芯片部件和安装于复合芯片部件上的传感器芯片。传感器芯片包含：第1磁传感器，检测外部磁场的平行于X方向的方向的分量；第2磁传感器，检测外部磁场的平行于Y方向的方向的分量；以及第3磁传感器，检测外部磁场的平行于Z方向的方向的分量。复合芯片部件包含：第1磁场发生器，产生平行于X方向的方向的附加磁场分量；第2磁场发生器，产生平行于Y方向的方向的附加磁场分量；以及第3磁场发生器，产生平行于Z方向的方向的附加磁场分量。



1. 一种磁传感器装置,其特征在于,
具备:

第1磁传感器,其用于检测外部磁场的作为第1磁敏方向的分量的第1外部磁场分量;
支撑体;

第1磁场发生器,其能够产生第1附加磁场;以及

第2磁场发生器,其能够产生第2附加磁场,

所述第1磁传感器、所述支撑体、所述第1磁场发生器和所述第2磁场发生器被一体化,

所述支撑体具有包含基准平面的外表面,

所述第1磁传感器被安装于所述基准平面上,

当通过所述第1磁场发生器产生所述第1附加磁场时,在所述第1磁传感器,施加有第1附加磁场分量,所述第1附加磁场分量是所述第1附加磁场的分量,所述第1附加磁场分量的方向平行于第1方向,

当通过所述第2磁场发生器产生所述第2附加磁场时,在所述第1磁传感器,施加有第2附加磁场分量,所述第2附加磁场分量是所述第2附加磁场的分量,所述第2附加磁场分量的方向平行于第2方向,

所述第1方向和所述第2方向是所述基准平面内的互不相同的方向。

2. 根据权利要求1所述的磁传感器装置,其特征在于,

所述第1磁场发生器和所述第2磁场发生器被包含于所述支撑体。

3. 根据权利要求1所述的磁传感器装置,其特征在于,

所述第1磁敏方向平行于所述基准平面。

4. 根据权利要求1所述的磁传感器装置,其特征在于,

所述第1磁场发生器包含被配置于互不相同的位置处的第1线圈和第2线圈,

所述第2磁场发生器包含被配置于互不相同的位置处的第3线圈和第4线圈。

5. 根据权利要求1所述的磁传感器装置,其特征在于,

进一步具备第2磁传感器,用于检测所述外部磁场的作为第2磁敏方向的分量的第2外部磁场分量,

所述第2磁传感器被安装于所述基准平面上,

当通过所述第1磁场发生器产生所述第1附加磁场时,在所述第2磁传感器施加有所述第1附加磁场分量,

当通过所述第2磁场发生器产生所述第2附加磁场时,在所述第2磁传感器施加有所述第2附加磁场分量。

6. 根据权利要求5所述的磁传感器装置,其特征在于,

所述第1磁敏方向和所述第2磁敏方向中的任一个均平行于所述基准平面。

7. 根据权利要求5所述的磁传感器装置,其特征在于,

所述第1磁场发生器包含被配置于互不相同的位置处的第1线圈和第2线圈,

所述第2磁场发生器包含被配置于互不相同的位置处的第3线圈和第4线圈。

8. 根据权利要求5所述的磁传感器装置,其特征在于,

进一步具备第3磁传感器,其用于检测所述外部磁场的作为第3磁敏方向的分量的第3外部磁场分量,

所述第3磁传感器被安装于所述基准平面上，

当通过所述第1磁场发生器产生所述第1附加磁场时，在所述第3磁传感器施加有所述第1附加磁场分量，

当通过所述第2磁场发生器产生所述第2附加磁场时，在所述第3磁传感器施加有所述第2附加磁场分量。

9. 根据权利要求8所述的磁传感器装置，其特征在于，

所述第1磁敏方向和所述第2磁敏方向均平行于所述基准平面。

10. 根据权利要求9所述的磁传感器装置，其特征在于，

所述第3磁敏方向垂直于所述基准平面。

11. 根据权利要求8所述的磁传感器装置，其特征在于，

所述第1磁场发生器包含被配置于互不相同的位置处的第1线圈和第2线圈，

所述第2磁场发生器包含被配置于互不相同的位置处的第3线圈和第4线圈。

12. 根据权利要求11所述的磁传感器装置，其特征在于，

所述第1线圈、所述第2线圈、所述第3线圈和所述第4线圈能够协同工作产生第3附加磁场，

当通过所述第1线圈、所述第2线圈、所述第3线圈和所述第4线圈产生所述第3附加磁场时，在所述第3磁传感器施加有第3附加磁场分量，所述第3附加磁场分量是所述第3附加磁场的分量，所述第3附加磁场分量的方向平行于第3方向，

所述第3方向垂直于所述基准平面。

13. 根据权利要求8所述的磁传感器装置，其特征在于，

进一步具备第3磁场发生器，其与所述支撑体一体化，并且能够产生第3附加磁场，

当通过所述第3磁场发生器产生所述第3附加磁场时，在所述第3磁传感器施加有第3附加磁场分量，所述第3附加磁场分量是所述第3附加磁场的分量，所述第3附加磁场分量的方向平行于第3方向，

所述第3方向垂直于所述基准平面。

14. 根据权利要求13所述的磁传感器装置，其特征在于，

所述第3磁场发生器被包含于所述支撑体。

15. 根据权利要求13所述的磁传感器装置，其特征在于，

当通过所述第3磁场发生器产生所述第3附加磁场时，在所述第1磁传感器和所述第2磁传感器的各自，施加有所述第3附加磁场分量。

16. 根据权利要求8所述的磁传感器装置，其特征在于，

所述基准平面包含互不相同的第1区域、第2区域和第3区域，

所述第1区域是将所述第1磁传感器垂直投影于所述基准平面所得到的区域，

所述第2区域是将所述第2磁传感器垂直投影于所述基准平面所得到的区域，

所述第3区域是将所述第3磁传感器垂直投影于所述基准平面所得到的区域，

当将通过所述第3区域的重心并且垂直于第3方向且相互正交的2条直线设为第1直线和第2直线时，所述第1区域的至少一部分存在于与所述第1直线交叉的位置处，所述第2区域的至少一部分存在于与所述第2直线交叉的位置处，

所述第3方向垂直于所述基准平面。

17. 根据权利要求16所述的磁传感器装置, 其特征在于,
所述第1区域的任何部分均不与所述第2直线交叉, 所述第2区域的任何部分均不与所述第1直线交叉。

18. 根据权利要求16所述的磁传感器装置, 其特征在于,
所述第1区域包含平行于所述第1直线的方向上的位于所述第3区域的两侧的第1部分区域和第2部分区域, 所述第2区域包含平行于所述第2直线的方向上的位于所述第3区域的两侧的第3部分区域和第4部分区域。

磁传感器装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种磁传感器装置,其包含用于检测外部磁场的规定的方向的分量的磁传感器和用于产生与外部磁场不同的磁场的磁场发生器。

背景技术

[0002] 近年来,用于检测外部磁场的规定的方向的分量的磁传感器被应用于各种用途。作为磁传感器,已知有一种使用了设置于基板上的至少1个磁检测元件的磁传感器。作为磁检测元件,例如可以使用磁阻效应元件。

[0003] 用于检测外部磁场的规定的方向的分量的磁传感器生成对应于外部磁场的规定的方向的分量的检测信号。在下文中,将上述规定的方向称为主轴方向。主轴方向例如与磁传感器的磁敏方向一致。在此,在该磁传感器中,将磁传感器的检测信号的变化相对于主轴方向的磁场的强度的变化的比例称为主轴灵敏度。

[0004] 主轴灵敏度可能会因磁传感器的个体差异而不同。另外,在包含用于检测外部磁场的多个方向的分量的多个磁传感器的装置中,存在多个磁传感器的主轴灵敏度互不相同的情况。另外,根据磁传感器的使用环境,存在主轴灵敏度变化的情况。因此,在包含磁传感器的装置中,可以期待根据需要测量磁传感器的主轴灵敏度,从而可以基于该测量结果来校正磁传感器的检测信号。

[0005] 在中国专利申请公开第101641609B号说明书中记载了一种磁传感器,其具备多个磁敏部互相分开而设置的半导体基板和设置于半导体基板上的磁性体,且多个磁敏部设置于磁性体的端部区域。该磁传感器基于多个磁敏部的输出,检测关于互相正交的3个轴的磁场强度。在该磁传感器中,各个磁敏部的磁敏方向是垂直方向。该磁传感器具备用于灵敏度测量的水平磁场产生用线圈和用于灵敏度测量的多个垂直磁场产生用线圈。水平磁场产生用线圈产生水平磁场分量。通过水平磁场分量,在磁性体的端部附近产生垂直磁场分量,并且多个磁敏部通过检测该垂直磁场分量来检测水平磁场分量。多个垂直磁场产生用线圈被设置于多个磁敏部附近,并产生垂直磁场分量。多个磁敏部分别检测由多个垂直磁场产生用线圈产生的垂直磁场分量。

[0006] 根据在中国专利申请公开第101641609B号说明书中记载的磁传感器,能够测量关于3个轴的主轴灵敏度。

[0007] 然而,在包含用于检测外部磁场的多个方向的分量的多个磁传感器的装置中,多个磁传感器存在具有芯片部件的方式,并且可以被安装于基板等的支撑体的情况。在此,将以支撑体为基准设定的坐标系称为基准坐标系,将以多个磁传感器的各个为基准设定的坐标系称为传感器坐标系。在包含多个磁传感器的装置中,即使多个磁传感器的各个的传感器坐标系以与基准坐标系一致的方式被设计,也可能存在引起由相对于支撑体的多个磁传感器的排列的偏差引起各个传感器坐标系与基准坐标系不一致的情况发生。

[0008] 另外,由于多个磁传感器的相互的位置偏差,可能引起多个磁传感器的传感器坐标系不一致的情况发生。

[0009] 在这些情况下,在各个磁传感器中,可能根据主轴方向以外的方向的磁场的强度的变化而引起检测信号产生变化。在此,将磁传感器的检测信号的变化相对于主轴方向以外的方向的磁场的强度的变化的比例称为其它轴灵敏度。

[0010] 因此,在包含多个磁传感器的装置中,根据需要,期待不仅可以测量各个磁传感器的主轴灵敏度,也可以测量其它轴灵敏度,从而可以基于其测量结果校正多个磁传感器的检测信号。

[0011] 在日本专利申请公开第2015-75465号公报中,记载了一种三维磁场测量装置,其具备:磁性体;配置于磁性体附近的第1至第4磁检测元件;信号处理部;校正系数存储部;以及磁场分量计算部。信号处理部基于第1至第4磁检测元件的输出信号,生成对应于输入至磁性体的三维磁场矢量的输出信号。校正系数存储部存储用于校正包含于信号处理部的输出信号的其它轴灵敏度分量的校正系数。磁场分量计算部基于信号处理部的输出信号和校正系数,生成三维的输出信号。

[0012] 另外,日本专利申请公开第2015-75465号公报中记载了一种用于生成校正系数的校正系数生成装置。校正系数生成装置被设置于三维磁场测量装置的外部。校正系数生成装置为了生成校正系数,将线性独立的3个磁场矢量输入至三维磁场测量装置。

[0013] 在日本专利申请公开第2015-75465号公报中记载的三维磁场测量装置中,校正系数生成装置被设置于三维磁场测量装置的外部。在该三维磁场测量装置中,存在为了高精度地生成校正系数,必须要将用于将线性独立的3个磁场矢量输入至三维磁场测量装置的手段相对于三维磁场测量装置高精度地吻合定位的问题点,以及有时候难以根据三维磁场测量装置的使用环境,通过校正系数生成装置将线性独立的3个磁场矢量输入至三维磁场测量装置的情况的问题点。

发明内容

[0014] 本发明的目的在于,提供一种磁传感器装置,其是一种包含磁传感器的磁传感器装置,能够高精度地测量磁传感器的主轴灵敏度和其它轴灵敏度。

[0015] 本发明的磁传感器装置具备:第1磁传感器,其用于检测外部磁场的作为第1磁敏方向的分量的第1外部磁场分量;支撑体;第1磁场发生器,其能够产生第1附加磁场;以及第2磁场发生器,其能够产生第2附加磁场。第1磁传感器、支撑体、第1磁场发生器和第2磁场发生器被一体化。支撑体具有包含基准平面的外表面。第1磁传感器被安装于基准平面上。

[0016] 当通过第1磁场发生器产生第1附加磁场时,在第1磁传感器施加有第1附加磁场的作为平行于第1方向的方向的分量的第1附加磁场分量。当通过第2磁场发生器产生第2附加磁场时,在第1磁传感器施加有第2附加磁场的作为平行于第2方向的方向的分量的第2附加磁场分量。第1方向和第2方向是基准平面内的互不相同的方向。

[0017] 在本发明的磁传感器装置中,第1磁场发生器和第2磁场发生器可以被包含于支撑体。

[0018] 另外,在本发明的磁传感器装置中,第1磁敏方向可以平行于基准平面。

[0019] 另外,在本发明的磁传感器装置中,第1磁场发生器可以包含被配置于互不相同的位置处的第1线圈和第2线圈,第2磁场发生器可以包含被配置于互不相同的位置处的第3线圈和第4线圈。

[0020] 本发明的磁传感器装置可以进一步具备用于检测外部磁场的作为第2磁敏方向的分量的第2外部磁场分量的第2磁传感器。第2磁传感器被安装于基准平面上。当通过第1磁场发生器产生第1附加磁场时,在第2磁传感器,施加有第1附加磁场分量。当通过第2磁场发生器产生第2附加磁场时,在第2磁传感器,施加有第2附加磁场分量。

[0021] 在本发明的磁传感器装置具备第2磁传感器的情况下,第1磁敏方向和第2磁敏方向均可以平行于基准平面。另外,第1磁场发生器可以包含被配置于互不相同的位置处的第1线圈和第2线圈,第2磁场发生器可以包含被配置于互不相同的位置处的第3线圈和第4线圈。

[0022] 在本发明的磁传感器装置具备第2磁传感器的情况下,磁传感器装置可以进一步具备用于检测外部磁场的作为第3磁敏方向的分量的第3外部磁场分量的第3磁传感器。第3磁传感器被安装于基准平面上。当通过第1磁场发生器产生第1附加磁场时,在第3磁传感器,施加有第1附加磁场分量。当通过第2磁场发生器产生第2附加磁场时,在第3磁传感器,施加有第2附加磁场分量。

[0023] 在本发明的磁传感器装置具备第3磁传感器的情况下,第1磁敏方向和第2磁敏方向均可以平行于基准平面。另外,第3磁敏方向可以垂直于基准平面。

[0024] 另外,在本发明的磁传感器装置具备第3磁传感器的情况下,第1磁场发生器可以包含被配置于互不相同的位置处的第1线圈和第2线圈,第2磁场发生器可以包含被配置于互不相同的位置处的第3线圈和第4线圈。在这种情况下,第1至第4线圈可以协同工作,从而能够产生第3附加磁场。当通过第1至第4线圈产生第3附加磁场时,在第3磁传感器施加有第3附加磁场的作为平行于第3方向的方向的分量的第3附加磁场分量。第3方向垂直于基准平面。

[0025] 另外,在本发明的磁传感器装置具备第3磁传感器的情况下,磁传感器装置可以进一步具备第3磁场发生器,其与支撑体一体化,并且能够产生第3附加磁场。在这种情况下,当通过第3磁场发生器产生第3附加磁场时,在第3磁传感器施加有第3附加磁场的作为平行于第3方向的方向的分量的第3附加磁场分量。第3方向垂直于基准平面。第3磁场发生器可以被包含于支撑体。另外,当通过第3磁场发生器产生第3附加磁场时,可以在第1磁传感器和第2磁传感器的各自施加有第3附加磁场分量。

[0026] 另外,在本发明的磁传感器装置具备第3磁传感器的情况下,基准平面可以包含互不相同的第1区域、第2区域和第3区域。第1区域是将第1磁传感器垂直投影于基准平面得到的区域。第2区域是将第2磁传感器垂直投影于基准平面得到的区域。第3区域是将第3磁传感器垂直投影于基准平面得到的区域。当将通过第3区域的重心,并且在第3方向上垂直且互相正交的2条直线设为第1直线和第2直线时,第1区域的至少一部分可以存在于与第1直线交叉的位置处,第2区域的至少一部分可以存在于与第2直线交叉的位置处。第1区域的任何部分均可以不与第2直线交叉。第2区域的任何部分均可以不与第1直线交叉。第1区域可以包含平行于第1直线的方向上的位于第3区域的两侧的第1部分区域和第2部分区域。第2区域可以包含平行于第2直线的方向上的位于第3区域的两侧的第3部分区域和第4部分区域。

[0027] 在本发明的磁传感器装置中,由于支撑体与第1和第2磁场发生器被一体化,因此能够使用第1和第2磁场发生器,高精度地测量第1磁传感器的主轴灵敏度和其它轴灵敏度。

[0028] 本发明的其它目的、特征和益处,通过以下的说明,将变得十分清楚。

附图说明

[0029] 图1是本发明的第1实施方式所涉及的磁传感器装置的立体图。

[0030] 图2是图1所示的磁传感器装置的分解立体图。

[0031] 图3是示出图1所示的磁传感器装置中的复合芯片部件和传感器芯片的俯视图。

[0032] 图4是示出图1所示的磁传感器装置中的第1至第3磁场发生器的形状和配置的一例的俯视图。

[0033] 图5是示出图4的5-5线所示的位置处的截面的截面图。

[0034] 图6是示出图4的6-6线所示的位置处的截面的截面图。

[0035] 图7是示出本发明的第1实施方式中的传感器芯片的结构说明图。

[0036] 图8是示出本发明的第1实施方式中的传感器芯片的电路结构的一例的电路图。

[0037] 图9是示出本发明的第1实施方式中的磁阻效应元件的立体图。

[0038] 图10是示出本发明的第1实施方式中的1个电阻部的一部分的立体图。

[0039] 图11是示出本发明的第1实施方式中的磁场转换部和第3磁传感器的结构的说明图。

[0040] 图12是示出本发明的第1实施方式中的第1至第3磁传感器和软磁性结构体的各自的一部分的截面图。

[0041] 图13是示出本发明的第1实施方式中的第1磁场发生器的俯视图。

[0042] 图14是放大示出图13所示的第1磁场发生器中的记号A所示的部分的俯视图。

[0043] 图15是放大示出图13所示的第1磁场发生器中的记号B所示的部分的俯视图。

[0044] 图16是示出本发明的第1实施方式中的第2磁场发生器的俯视图。

[0045] 图17是放大示出图16所示的第2磁场发生器中的记号C所示的部分的俯视图。

[0046] 图18是放大示出图16所示的第2磁场发生器中的记号D所示的部分的俯视图。

[0047] 图19是放大示出图16所示的第2磁场发生器中的记号E所示的部分的俯视图。

[0048] 图20是示出本发明的第1实施方式中的第1磁场发生器的作用的说明图。

[0049] 图21是示意性地示出本发明的第1实施方式中的第1附加磁场的说明图。

[0050] 图22是示出本发明的第1实施方式中的第2磁场发生器的作用的说明图。

[0051] 图23是示意性地示出本发明的第1实施方式中的第2附加磁场的说明图。

[0052] 图24是用于说明本发明的第1实施方式所涉及的磁传感器装置的第1变形例的说明图。

[0053] 图25是示出本发明的第1实施方式的第2变形例中的第1磁场发生器和第3磁场发生器的俯视图。

[0054] 图26是示出本发明的第1实施方式的第3变形例中的第1磁场发生器和第2磁场发生器的一部分的俯视图。

[0055] 图27是示出本发明的第1实施方式的第3变形例中的第2磁场发生器的其它的一部分的俯视图。

[0056] 图28是示出本发明的第2实施方式中的第3磁场发生器的俯视图。

[0057] 图29是示出本发明的第2实施方式的第1变形例中的第1磁场发生器和第3磁场发

生器的俯视图。

[0058] 图30是示出本发明的第2实施方式的第1变形例中的第2磁场发生器的俯视图。

[0059] 图31是示出本发明的第2实施方式的第2变形例中的第1磁场发生器和第3磁场发生器的俯视图。

[0060] 图32是示出本发明的第2实施方式的第3变形例中的第1磁场发生器和第2磁场发生器的一部分以及第3磁场发生器的一部分的俯视图。

[0061] 图33是示出本发明的第2实施方式的第3变形例中的第2磁场发生器的其它的一部分以及第3磁场发生器的其它的一部分的俯视图。

[0062] 图34是示出本发明的第3实施方式中的第1和第2磁场发生器的作用的说明图。

具体实施方式

[0063] [第1实施方式]

[0064] 在下文中,参照附图对本发明的实施方式进行详细地说明。首先,参照图1,对本发明的第1实施方式所涉及的磁传感器装置的大致的结构进行说明。本实施方式的磁传感器装置1是检测外部磁场的互相正交的3个方向的分量的装置。

[0065] 如图1所示,磁传感器装置1具备印刷电路板2、复合芯片部件3和传感器芯片4。印刷电路板2、复合芯片部件3和传感器芯片4中的任一个均具有长方体形状。另外,印刷电路板2、复合芯片部件3和传感器芯片4中的任一个均具有外表面。

[0066] 印刷电路板2的外表面包含位于互相相反侧的上表面2a和下表面2b,以及连接上表面2a和下表面2b的4个侧面。复合芯片部件3的外表面包含互相位于相反侧的上表面3a和下表面3b,以及连接上表面3a和下表面3b的4个侧面。传感器芯片4的外表面包含位于互相相反侧的上表面4a和下表面4b,以及连接上表面4a和下表面4b的4个侧面。

[0067] 复合芯片部件3以其下表面3b与印刷电路板2的上表面2a相对的方式被安装于上表面2a上。传感器芯片4以其下表面4b与复合芯片部件3的上表面3a相对的方式被安装于上表面3a上。

[0068] 复合芯片部件3对应于本发明中的支撑体。在本发明中,复合芯片部件3的上表面3a对应于本发明中的基准平面。在下文中,也将复合芯片部件3的上表面3a称为基准平面RP。

[0069] 复合芯片部件3具备设置于上表面3a的端子组。传感器芯片4具备设置于上表面4a的端子组。传感器芯片4的端子组通过例如多条键合线(bonding wire),连接于复合芯片部件3的端子组。

[0070] 磁传感器装置1进一步具备密封复合芯片部件3和传感器芯片4的周围的密封部5。密封部5例如由树脂构成。磁传感器装置1具有电子部件封装的方式。

[0071] 之后将详细地说明,传感器芯片4包含第1磁传感器10、第2磁传感器20和第3磁传感器30。通过将传感器芯片4安装于复合芯片部件3的上表面3a上,第1至第3磁传感器10、20、30与复合芯片部件3一体化。另外,复合芯片部件3的上表面3a也是基准平面RP。因此,可以说第1至第3磁传感器10、20和30被安装于基准平面RP上。

[0072] 此处,对本实施方式中的基准坐标系和第1至第3传感器坐标系进行说明。基准坐标系是以复合芯片部件3为基准设定的坐标系。第1至第3传感器坐标系是分别以第1至第3磁传感器10、20和30为基准设定的坐标系。在下文中,代表第1至第3传感器坐标系,简单地

称之为传感器坐标系。在基准坐标系和传感器坐标系的任一个中,均如下文那样定义X方向、Y方向和Z方向。

[0073] 基准坐标系中的X方向、Y方向和Z方向互相正交。基准坐标系中的Z方向是垂直于复合芯片部件3的上表面3a的方向,并且是从复合芯片部件3的下表面3b朝向上表面3a的方向。基准坐标系中的X方向和Y方向是平行于复合芯片部件3的上表面3a的方向。

[0074] 传感器坐标系中的X方向、Y方向和Z方向互相正交。传感器坐标系中的Z方向是垂直于传感器芯片4的上表面4a的方向,并且是从传感器芯片4的下表面4b朝向上表面4a的方向。传感器坐标系中的X方向和Y方向是平行于传感器芯片4的上表面4a的方向。

[0075] 另外,在基准坐标系和传感器坐标系中的任一个中,将与X方向相反的方向设为-X方向,将与Y方向相反的方向设为-Y方向,将与Z方向相反的方向设为-Z方向。在下文中,将相对于基准位置位于Z方向前的位置称为“上方”,将相对于基准位置位于与“上方”相反侧的位置称为“下方”。另外,关于磁传感器装置1的构成要素,将位于Z方向的端部的面称为“上表面”,将位于-Z方向的端部的面称为“下表面”。

[0076] 磁传感器装置1以使第1至第3传感器坐标系与基准坐标系一致的方式设计。然而,通过传感器芯片4相对于复合芯片部件3的排列的偏差或第1至第3传感器10、20和30的相互的位置偏差等,可能会导致第1至第3传感器坐标系中的至少1个与基准坐标系不一致的情况发生。

[0077] 在下文中,除非另有说明,否则多个附图中所示的X方向、Y方向和Z方向对于基准坐标系和传感器坐标系的双方均适用。

[0078] 图2是图1所示的磁传感器装置1的分解立体图。如图2所示,磁传感器装置1进一步具备第1磁场发生器71、第2磁场发生器72和第3磁场发生器73。第1至第3磁场发生器71~73与复合芯片部件3一体化。在本实施方式中特别地,第1至第3磁场发生器71~73包含于复合芯片部件3。

[0079] 复合芯片部件3进一步包含集成电路芯片70。集成电路芯片70包含实施相对于第1至第3磁传感器10、20和30的检测信号的校正处理的校正处理电路,以及控制第1至第3磁场发生器71、72和73的控制电路。集成电路芯片70例如由供专门应用的集成电路(ASIC)构成。

[0080] 第1磁场发生器71能够产生第1附加磁场。第1磁场发生器71包含被配置于基准坐标系中的X方向的互不相同的位置处的第1线圈71A和第2线圈71B。

[0081] 第2磁场发生器72能够产生第2附加磁场。第2磁场发生器72包含被配置于基准坐标系中的Y方向的互不相同的位置处的第3线圈72A和第4线圈72B。

[0082] 第3磁场发生器73能够产生第3附加磁场。第3磁场发生器73由第5线圈构成。

[0083] 图3是示出复合芯片部件3和传感器芯片4的俯视图。如图3所示,传感器芯片4包含上述的第1磁传感器10、第2磁传感器20和第3磁传感器30。

[0084] 基准平面RP包含互不相同的第1区域A10、第2区域A20和第3区域A30。第1区域A10是将第1磁传感器10垂直投影于基准平面RP得到的区域。第2区域A20是将第2磁传感器20垂直投影于基准平面RP得到的区域。第3区域A30是将第3磁传感器30垂直投影于基准平面RP得到的区域。

[0085] 在此,将位于基准平面RP内,通过第3区域A30的重心C30,并且在第3方向(Z方向)上垂直且互相正交的2条直线设为第1直线L1和第2直线L2。第1区域A10的至少一部分可以

存在于与第1直线L1交叉的位置处,第2区域A20的至少一部分可以存在于与第2直线L2交叉的位置处。在本实施方式中特别地,第1直线L1平行于基准坐标系中的X方向,第2直线L2平行于基准坐标系中的Y方向。

[0086] 在本实施方式中特别地,第1磁传感器10包含被配置于基准坐标系中的X方向的互不相同的位置处的第1部分11和第2部分12。第1区域A10包含将第1磁传感器10的第1部分11垂直投影于基准平面RP所得到的第1部分区域A11,以及将第1磁传感器10的第2部分12垂直投影于基准平面RP而得到的第2部分区域A12。第1和第2部分区域A11、A12位于平行于第1直线L1的方向上的第3区域A30的两侧。

[0087] 另外,第2磁传感器20包含被配置于基准坐标系中的Y方向的互不相同的位置处的第1部分21和第2部分22。第2区域A20包含将第2磁传感器20的第1部分21垂直投影于基准平面RP所得到的第3部分区域A21,以及将第2磁传感器20的第2部分22垂直投影于基准平面RP所得到的第4部分区域A22。第3和第4部分区域A21、A22位于平行于第2直线L2的方向上的第3区域A30的两侧。

[0088] 在本实施方式中特别地,第1和第2部分区域A11、A12均位于与第1直线L1交叉的位置。另外,第3和第4部分区域A21、A22均位于与第2直线L2交叉的位置。另外,在本实施方式中特别地,第1和第2部分区域A11、A12的各个是相对于第1直线L1线性对称的形状。同样地,第3和第4部分区域A21、A22的各个是相对于第2直线L2线性对称的形状。

[0089] 此外,第1磁传感器10也可以不被分割成多个部分。在这种情况下,第1区域A10是1个区域。同样地,第2磁传感器20也可以不被分割成多个部分。在这种情况下,第2区域A20是1个区域。

[0090] 在第1区域A10由互相分离的多个部分区域构成的情况下,并非其多个部分区域的全部而是1个以上的部分区域可以存在于与第1直线L1交叉的位置处。同样地,在第2区域A20由互相分离的多个部分区域构成的情况下,并非其多个部分区域的全部而是1个以上的部分区域可以存在于与第2直线L2交叉的位置处。

[0091] 无论第1区域A10是1个区域还是多个部分区域,优选第1区域A10的任何部分均不与第2直线L2交叉。同样地,无论第2区域A20是1个区域还是多个部分区域,优选第2区域A20的任何部分均不与第1直线L1交叉。

[0092] 在本实施方式中特别地,第1区域A10和第2区域A20是从上方观察,当以第3区域A30的重心C30为中心将第1区域A10旋转 90° 时会与第2区域A20重叠的位置关系。在图3中,当以重心C30为中心在逆时针旋转方向将第1和第2部分区域A11、A12旋转 90° 时,第1和第2部分区域A11、A12分别与第3和第4部分区域A21、A22重叠。

[0093] 第1至第3磁传感器10、20和30的各个包含至少1个磁检测元件。

[0094] 接下来,参照图4至图6,对复合芯片部件3的结构的一例进行说明。首先,对第1至第3磁场发生器71、72、73进行说明。图4是示出第1至第3磁场发生器71、72、73的形状和配置的一例的俯视图。在图4中,为了方便起见,将第1至第3磁场发生器71、72、73以阴影线示出。图5是示出图4的5-5线所示的位置处的截面的截面图。图6是示出图4的6-6线所示的位置处的截面的截面图。此外,在图5和图6中,复合芯片部件3的多个部件的结构要素的X方向、Y方向、Z方向的尺寸的比例不一定与实际的比例一致。

[0095] 如图4所示,当从上方观察时,第1磁场发生器71的第1和第2线圈71A、71B的各个具

有在基准坐标系中的Y方向上长的矩形的外周和内周。第1和第2线圈71A、71B的各个具有沿基准坐标系中的XY平面以平面螺旋状卷绕多次的导线。当从上方观察时,第1和第2线圈71A、71B处于与图3所示的第1直线L1交叉的位置。

[0096] 当从上方观察时,第1线圈71A的内周的内侧的中空部在基准坐标系中的Y方向上比第1部分区域A11长,并且相对于第1部分区域A11位于基准坐标系中的X方向的靠前的位置。

[0097] 当从上方观察时,第2线圈71B的内周的内侧的中空部在基准坐标系中的Y方向上比第2部分区域A12长,并且相对于第2部分区域A12位于基准坐标系中的-X方向的靠前的位置。

[0098] 当从上方观察时,第2磁场发生器72的第3和第4线圈72A、72B的各个具有在基准坐标系中的X方向上长的矩形的外周和内周。第3和第4线圈72A、72B的各个具有沿基准坐标系中的XY平面以平面螺旋状卷绕多次的导线。当从上方观察时,第3和第4线圈72A、72B处于与图3所示的第2直线L2交叉的位置。

[0099] 当从上方观察时,第3线圈72A的内周的内侧的中空部在基准坐标系中的X方向上比第3部分区域A21长,并且相对于第3部分区域A21位于基准坐标系中的Y方向的靠前的位置。

[0100] 当从上方观察时,第4线圈72B的内周的内侧的中空部在基准坐标系中的X方向上比第4部分区域A22长,并且相对于第4部分区域A22位于基准坐标系中的-Y方向的靠前的位置。

[0101] 当从上方观察时,构成第3磁场发生器73的第5线圈具有正方形或大致正方形的外周和内周。第5线圈具有沿基准坐标系中的XY平面以平面螺旋状卷绕多次的导线。当从上方观察时,第5线圈的内周处于图3所示的第3区域A30的外缘的稍微外侧的位置。

[0102] 如图5和图6所示,集成电路芯片70具有上表面70a和下表面70b。集成电路芯片70的上表面70a具有绝缘性。复合芯片部件3除了包含集成电路芯片70和第1至第3磁场发生器71、72、73之外,还包含分别由绝缘材料构成的绝缘层74A、74B、74C、74D、74E、74F。

[0103] 在图4至图6所示的例中,第3磁场发生器73被配置于集成电路芯片70的上表面70a上。绝缘层74A在上表面70a上被配置于第3磁场发生器73的周围。绝缘层74B覆盖第3磁场发生器73和绝缘层74A。第1磁场发生器71的第1和第2线圈71A、71B被配置于绝缘层74B上。绝缘层74C在绝缘层74B上被配置于线圈71A、71B的周围。绝缘层74D覆盖线圈71A、71B和绝缘层74C。第2磁场发生器72的第3和第4线圈72A、72B被配置于绝缘层74D上。绝缘层74E在绝缘层74D上被配置于线圈72A、72B的周围。绝缘层74F覆盖线圈72A、72B和绝缘层74E。复合芯片部件3的上表面3a由绝缘层74F的上表面构成。

[0104] 接下来,参照图7和图8,对传感器芯片4的结构的一例进行说明。图7是示出传感器芯片4的结构说明图。图8是示出传感器芯片4的电路结构的一例的电路图。

[0105] 如之前所述的那样,传感器芯片4包含第1至第3磁传感器10、20、30。第1磁传感器10是用于检测外部磁场的作为第1磁敏方向的分量的第1外部磁场分量的磁传感器。第2磁传感器20是用于检测外部磁场的作为第2磁敏方向的分量的第2外部磁场分量的磁传感器。第3磁传感器30是用于检测外部磁场的作为第3磁敏方向的分量的第3外部磁场分量的磁传感器。

[0106] 在本实施方式中特别地,第1磁敏方向是平行于第1传感器坐标系中的X方向的方向。第1磁敏方向包含第1传感器坐标系中的X方向和-X方向。第2磁敏方向是平行于第2传感器坐标系中的Y方向的方向。第2磁敏方向包含第2传感器坐标系中的Y方向和-Y方向。第3磁敏方向是平行于第3传感器坐标系中的Z方向的方向。第3磁敏方向包含第3传感器坐标系中的Z方向和-Z方向。另外,在本实施方式中特别地,第1和第2磁敏方向平行于基准平面RP。第3磁敏方向垂直于基准平面RP。在第1至第3传感器坐标系一致的情况下,第1至第3磁敏方向互相正交。

[0107] 如图7所示,传感器芯片4进一步包含支撑第1至第3磁传感器10、20、30的基板51。基板51具有上表面51a和下表面。第1至第3磁传感器10、20、30被配置于基板51的上表面51a上或上方。

[0108] 另外,如图7所示,传感器芯片4的端子组包含:对应于第1磁传感器10的电源端子 V_x 和输出端子 V_{x+} 和 V_{x-} ;对应于第2磁传感器20的电源端子 V_y 和输出端子 V_{y+} 和 V_{y-} ;对应于第3磁传感器30的电源端子 V_z 和输出端子 V_{z+} 和 V_{z-} ;以及在第1至第3磁传感器10、20、30中被共通使用的接地端子G。

[0109] 在图8所示的例中,第1磁传感器10包含构成惠斯通电桥电路的4个电阻部 R_{x1} 、 R_{x2} 、 R_{x3} 、 R_{x4} 。电阻部 R_{x1} 、 R_{x2} 、 R_{x3} 、 R_{x4} 的各个具有根据第1外部磁场分量变化的电阻值。电阻部 R_{x1} 被设置于电源端子 V_x 和输出端子 V_{x+} 之间。电阻部 R_{x2} 被设置于输出端子 V_{x+} 和接地端子G之间。电阻部 R_{x3} 被设置于电源端子 V_x 和输出端子 V_{x-} 之间。电阻部 R_{x4} 被设置于输出端子 V_{x-} 和接地端子G之间。

[0110] 第2磁传感器20包含构成惠斯通电桥电路的4个电阻部 R_{y1} 、 R_{y2} 、 R_{y3} 、 R_{y4} 。电阻部 R_{y1} 、 R_{y2} 、 R_{y3} 、 R_{y4} 的各个具有根据第2外部磁场分量变化的电阻值。电阻部 R_{y1} 被设置于电源端子 V_y 和输出端子 V_{y+} 之间。电阻部 R_{y2} 被设置于输出端子 V_{y+} 和接地端子G之间。电阻部 R_{y3} 被设置于电源端子 V_y 和输出端子 V_{y-} 之间。电阻部 R_{y4} 被设置于输出端子 V_{y-} 和接地端子G之间。

[0111] 第3磁传感器30包含构成惠斯通电桥电路的4个电阻部 R_{z1} 、 R_{z2} 、 R_{z3} 、 R_{z4} 。电阻部 R_{z1} 、 R_{z2} 、 R_{z3} 、 R_{z4} 的各个具有根据从后述的磁场转换部输出的输出磁场分量变化的电阻值。电阻部 R_{z1} 被设置于电源端子 V_z 和输出端子 V_{z+} 之间。电阻部 R_{z2} 被设置于输出端子 V_{z+} 和接地端子G之间。电阻部 R_{z3} 被设置于电源端子 V_z 和输出端子 V_{z-} 之间。电阻部 R_{z4} 被设置于输出端子 V_{z-} 和接地端子G之间。

[0112] 在下文中,将电阻部 R_{x1} 、 R_{x2} 、 R_{x3} 、 R_{x4} 、 R_{y1} 、 R_{y2} 、 R_{y3} 、 R_{y4} 、 R_{z1} 、 R_{z2} 、 R_{z3} 、 R_{z4} 中的任一个称为电阻部R。电阻部R包含至少1个磁检测元件。在本实施方式中特别地,至少1个磁检测元件是至少1个磁阻效应元件。在下文中,将磁阻效应元件记为MR元件。

[0113] 在本实施方式中特别地,MR元件是自旋阀型的MR元件。该自旋阀型的MR元件包含:磁化固定层,其具有磁化方向固定的磁化;自由层,其具有方向能够根据施加磁场的方向变化的磁化;以及间隙层,其被配置于磁化固定层和自由层之间。自旋阀型的MR元件可以是TMR(隧道磁阻效应)元件,也可以是GMR(巨磁阻效应)元件。在TMR元件中,间隙层是隧道势垒层。在GMR元件中,间隙层是非磁性导电层。在自旋阀型的MR元件中,电阻值根据自由层的磁化方向相对于磁化固定层的磁化的方向所成的角度而变化,当该角度为 0° 时,电阻值变为最小值,当角度为 180° 时,电阻值变为最大值。在各个MR元件中,自由层具有形状各向异

性,其磁化容易轴方向是与磁化固定层的磁化方向正交的方向。

[0114] 在图8中,实心箭头表示MR元件中的磁化固定层的磁化方向。在图8所示的例子中,电阻部Rx1、Rx4的各个中的MR元件的磁化固定层的磁化的方向是第1传感器坐标系中的X方向。电阻部Rx2、Rx3的各个中的MR元件的磁化固定层的磁化的方向是第1传感器坐标系中的-X方向。

[0115] 另外,电阻部Ry1、Ry4的各个中的MR元件的磁化固定层的磁化的方向是第2传感器坐标系中的Y方向。电阻部Ry2、Ry3的各个中的MR元件的磁化固定层的磁化的方向是第2传感器坐标系中的-Y方向。关于电阻部Rz1、Rz2、Rz3、Rz4的各个中的MR元件的磁化固定层的磁化的方向,将在之后说明。

[0116] 输出端子Vx+和输出端子Vx-之间的电位差与第1外部磁场分量具有对应关系。第1磁传感器10生成对应于输出端子Vx+和输出端子Vx-之间的电位差的第1检测信号。第1检测信号可以是对输出端子Vx+和输出端子Vx-之间的电位差实施了振幅或偏置(offset)的调整的检测信号。

[0117] 输出端子Vy+和输出端子Vy-之间的电位差与第2外部磁场分量具有对应关系。第2磁传感器20生成对应于输出端子Vy+和输出端子Vy-之间的电位差的第2检测信号。第2检测信号可以是对输出端子Vy+和输出端子Vy-之间的电位差实施了振幅或偏置(offset)的调整的检测信号。

[0118] 输出端子Vz+和输出端子Vz-之间的电位差与第3外部磁场分量具有对应关系。第3磁传感器30生成对应于输出端子Vz+和输出端子Vz-之间的电位差的第3检测信号。第3检测信号可以是对输出端子Vz+和输出端子Vz-之间的电位差实施了振幅或偏置(offset)的调整的检测信号。

[0119] 在此,参照图7,对电阻部Rx1、Rx2、Rx3、Rx4、Ry1、Ry2、Ry3、Ry4的配置的一例进行说明。在该示例中,第1磁传感器10的第1部分11包含电阻部Rx1、Rx4,第1磁传感器10的第2部分12包含电阻部Rx2、Rx3。另外,第2磁传感器20的第1部分21包含电阻部Ry1、Ry4,第2磁传感器20的第2部分22包含电阻部Ry2、Ry3。

[0120] 在图7中,实心箭头表示MR元件中的磁化固定层的磁化的方向。在图7所示的示例中,第1磁传感器10的第1部分11、第1磁传感器10的第2部分12、第2磁传感器20的第1部分21和第2磁传感器20的第2部分22的各个中,包含于其中的多个MR元件的磁化固定层的磁化的方向是相同的方向。因此,根据该示例,多个MR元件的磁化固定层的磁化的方向的设定变得容易。

[0121] 接下来,参照图9,对MR元件的结构的一例进行说明。图9所示的MR元件100包含从基板51侧依次层叠的反铁磁性层101、磁化固定层102、间隙层103和自由层104。反铁磁性层101由反铁磁性材料构成,并且在与磁化固定层102之间产生交换耦合,固定磁化固定层102的磁化的方向。

[0122] 此外,MR元件100中的层101~104的配置可以与图9所示的配置为上下相反的。另外,MR元件100可以是不包含反铁磁性层101的结构。该结构例如以取代反铁磁性层101和固定磁化层102,可以是包含人工反铁磁性结构的磁化固定层的结构,该人工反铁磁性结构包含2个铁磁层和配置于该2个铁磁层之间的非磁性金属层。另外,磁检测元件可以是霍尔元件或磁阻抗元件等MR元件以外的检测磁场的元件。

[0123] 接下来,参照图10,对电阻部R的结构的一例进行说明。在该示例中,电阻部R包含串联连接的多个MR元件100。电阻部R进一步以使多个MR元件100串联连接的方式,包含电连接电路结构上相邻的2个MR元件100的1个以上的连接层。在图10所示的示例中,电阻部R包含1个以上的下部连接层111和1个以上的上部连接层112作为1个以上的连接层。下部连接层111接触于电路结构上相邻的2个MR元件100的下表面,并且电连接该2个MR元件100。上部连接层112接触于电路结构上相邻的2个MR元件100的上表面,并且电连接该2个MR元件100。

[0124] 接下来,参照图11,对第3磁传感器30的结构的一例进行说明。第3磁传感器30除了电阻部Rz1、Rz2、Rz3、Rz4之外,还包含由软磁性材料构成的软磁性结构体40。软磁性结构体40包含磁场转换部42和至少1个软磁性层。磁场转换部42接收第3外部磁场分量并且输出垂直于第3磁敏方向的方向的输出磁场分量。输出磁场分量的强度与第3外部磁场分量的强度具有对应关系。第3磁传感器30通过检测输出磁场分量的强度,来检测第3外部磁场分量的强度。

[0125] 在图11所示的例子中,磁场转换部42包含:对应于电阻部Rz1的下部磁轭42B1和上部磁轭42T1;对应于电阻部Rz2的下部磁轭42B2和上部磁轭42T2;对应于电阻部Rz3的下部磁轭42B3和上部磁轭42T3;以及对应于电阻部Rz4的下部磁轭42B4和上部磁轭42T4。

[0126] 下部磁轭42B1、42B2、42B3、42B4和上部磁轭42T1、42T2、42T3、42T4中的各个具有在垂直于第3传感器坐标系中的Z方向的方向上较长的长方体形状。

[0127] 下部磁轭42B1和上部磁轭42T1被配置于电阻部Rz1的附近。下部磁轭42B1被配置于比电阻部Rz1更靠近基板51的上表面51a的位置。上部磁轭42T1被配置于比电阻部Rz1更远离基板51的上表面51a的位置。当从上方观察时,电阻部Rz1位于下部磁轭42B1和上部磁轭42T1之间。

[0128] 下部磁轭42B2和上部磁轭42T2被配置于电阻部Rz2的附近。下部磁轭42B2被配置于比电阻部Rz2更靠近基板51的上表面51a的位置。上部磁轭42T2被配置于比电阻部Rz2更远离基板51的上表面51a的位置。当从上方观察时,电阻部Rz2位于下部磁轭42B2和上部磁轭42T2之间。

[0129] 下部磁轭42B3和上部磁轭42T3被配置于电阻部Rz3的附近。下部磁轭42B3被配置于比电阻部Rz3更靠近基板51的上表面51a的位置。上部磁轭42T3被配置于比电阻部Rz3更远离基板51的上表面51a的位置。当从上方观察时,电阻部Rz3位于下部磁轭42B3和上部磁轭42T3之间。

[0130] 下部磁轭42B4和上部磁轭42T4被配置于电阻部Rz4的附近。下部磁轭42B4被配置于比电阻部Rz4更靠近基板51的上表面51a的位置。上部磁轭42T4被配置于比电阻部Rz4更远离基板51的上表面51a的位置。当从上方观察时,电阻部Rz4位于下部磁轭42B4和上部磁轭42T4之间。

[0131] 磁场转换部42输出的输出磁场分量包含:由下部磁轭42B1和上部磁轭42T1生成并施加于电阻部Rz1的磁场分量;由下部磁轭42B2和上部磁轭42T2生成并施加于电阻部Rz2的磁场分量;由下部磁轭42B3和上部磁轭42T3生成并施加于电阻部Rz3的磁场分量;以及由下部磁轭42B4和上部磁轭42T4生成并施加于电阻部Rz4的磁场分量。

[0132] 在图11中,4个白色空心箭头分别表示当第3外部磁场分量的方向是第3传感器坐标系中的Z方向时,施加于电阻部Rz1、Rz2、Rz3、Rz4的磁场分量的方向。另外,在图11中,4个

实心箭头分别表示电阻部Rz1、Rz2、Rz3、Rz4的MR元件100的磁化固定层102的磁化方向。电阻部Rz1、Rz4的MR元件100的磁化固定层102的磁化方向分别是当第3外部磁场分量的方向是第3传感器坐标系中的Z方向时,与施加于电阻部Rz1、Rz4的磁场分量的方向为相同的方向。电阻部Rz2、Rz3的MR元件100的磁化固定层102的磁化方向分别是当第3外部磁场分量的方向是第3传感器坐标系中的Z方向时,与施加于电阻部Rz2、Rz3的磁场分量的方向为相反的方向。

[0133] 此处,对第3磁传感器30的作用进行说明。在不存在第3外部磁场分量的状态下,电阻部Rz1、Rz2、Rz3、Rz4的MR元件100的自由层104的磁化的方向相对于磁化固定层102的磁化的方向是垂直的。

[0134] 当第3外部磁场分量的方向是第3传感器坐标系中的Z方向时,在电阻部Rz1、Rz4的MR元件100中,自由层104的磁化的方向从相对于磁化固定层102的磁化的方向垂直的方向,朝向磁化固定层102的磁化的方向倾斜。此时,在电阻部Rz2、Rz3的MR元件100中,自由层104的磁化的方向从相对于磁化固定层102的磁化的方向垂直的方向,朝向与磁化固定层102的磁化的方向为相反的方向倾斜。其结果是,与不存在第3外部磁场分量的状态相比,电阻部Rz1、Rz4的电阻值减小,电阻部Rz2、Rz3的电阻值增加。

[0135] 当第3外部磁场分量的方向是第3传感器坐标系中的-Z方向时,与上述的情况相反地,与不存在第3外部磁场分量的状态相比,电阻部Rz1、Rz4的电阻值增加,电阻部Rz2、Rz3的电阻值减小。

[0136] 电阻部Rz1、Rz2、Rz3、Rz4的电阻值的变化量取决于第3外部磁场分量的强度。

[0137] 当第3外部磁场分量的方向和强度改变时,电阻部Rz1、Rz2、Rz3、Rz4的各个的电阻值以电阻部Rz1、Rz4的电阻值增加并且电阻部Rz2、Rz3的电阻值减少,或者电阻部Rz1、Rz4的电阻值减小并且电阻部Rz2、Rz3的电阻值增加的方式变化。由此,输出端子Vz+和输出端子Vz-之间的电位差变化。因此,可以基于该电位差来检测第3外部磁场分量。第3磁传感器30可以生成对应于输出端子Vz+和输出端子Vz-之间的电位差的第3检测信号。第3检测信号可以是对输出端子Vz+和输出端子Vz-之间的电位差实施了振幅或偏置的调整的检测信号。

[0138] 接下来,参照图12,对第1至第3磁传感器10、20和30的结构的一例进行说明。图12示出了第1至第3磁传感器10、20、30的各个的一部分。在该示例中,第1至第3磁传感器10、20、30被配置于基板51上。基板51具有上表面51a和下表面51b。

[0139] 第1磁传感器10除了电阻部Rx1、Rx2、Rx3、Rx4之外,还包含分别由绝缘材料构成的绝缘层66A、67A、68A。绝缘层66A被配置于基板51的上表面51a上。电阻部Rx1、Rx2、Rx3、Rx4被配置于绝缘层66A上。在图12中,示出了被包含于电阻部Rx1、Rx2、Rx3、Rx4的多个MR元件100中的1个,以及分别连接到它们的下部连接层111和上部连接层112。绝缘层67A在绝缘层66A的上表面被配置于电阻部Rx1、Rx2、Rx3、Rx4的周围。绝缘层68A覆盖电阻部Rx1、Rx2、Rx3、Rx4和绝缘层67A。

[0140] 第2磁传感器20的结构与第1磁传感器10的结构相同。即,第2磁传感器20除了电阻部Ry1、Ry2、Ry3、Ry4之外,还包含分别由绝缘材料构成的绝缘层66B、67B、68B。绝缘层66B被配置于基板51的上表面51a上。电阻部Ry1、Ry2、Ry3、Ry4被配置于绝缘层66B上。在图12中,示出了被包含于电阻部Ry1、Ry2、Ry3、Ry4的多个MR元件100中的1个,以及连接于其的下部连接层111和上连接层112。绝缘层67B在绝缘层66B的上表面被配置于电阻部Ry1、Ry2、

Ry3、Ry4的周围。绝缘层68B覆盖电阻部Ry1、Ry2、Ry3、Ry4和绝缘层67B。

[0141] 第3磁传感器30除了电阻部Rz1、Rz2、Rz3、Rz4和软磁性结构体40之外,还分别包含由绝缘材料构成的绝缘层61、62、63、64。在图12所示的例中,软磁性结构体40包含磁场转换部42和2个软磁性层41、43。

[0142] 磁场转换器42包含图1所示的下部磁轭42B1、42B2、42B3、42B4和上部磁轭42T1、42T2、42T3、42T4。在图12中,下部磁轭42B1、42B2、42B3、42B4中的一个由符号42B表示,相应于此的上部磁轭42T1、42T2、42T3、42T4中的一个由符号42T表示。

[0143] 软磁性层41被配置于基板51的上表面51a上。下部磁轭42B1、42B2、42B3、42B4被配置于软磁性层41上。绝缘层61在软磁性层41上被配置于下部磁轭42B1、42B2、42B3、42B4的周围。

[0144] 电阻部Rz1、Rz2、Rz3、Rz4被配置于绝缘层61上。在图12中,示出了被包含于电阻部Rz1、Rz2、Rz3、Rz4中的多个MR元件100中的1个,以及连接于其的下部连接层111和上部连接层112。绝缘层62在下部磁轭42B1、42B2、42B3、42B4和绝缘层61上被配置于电阻部Rz1、Rz2、Rz3、Rz4的周围。

[0145] 上部磁轭42T1、42T2、42T3、42T4被配置于绝缘层62上。绝缘层63在电阻部Rz1、Rz2、Rz3、Rz4和绝缘层62上被配置于上部磁轭42T1、42T2、42T3、42T4的周围。

[0146] 软磁性层43被配置于上部磁轭42T1、42T2、42T3、42T4和绝缘层63上。绝缘层64覆盖软磁性层43。

[0147] 当从上方观察时,软磁性层41、43遍及第3磁传感器30的整个区域或大致整个区域而存在。换言之,将软磁性层41垂直投影于复合芯片部件3的上表面3a即基准平面RP所得到的区域和将软磁性层43垂直投影于基准平面RP所得到的区域均与第3区域A30一致或大致一致。

[0148] 在图12所示的例中,被包含于第1至第3磁传感器10、20、30的全部的磁检测元件,即MR元件100,被配置于离基板51的上表面51a相等的距离的位置处。在本实施方式中,基板51的上表面51a相对于复合芯片部件3的上表面3a是平行的。因此,被包含于第1至第3磁传感器10、20、30的全部的MR元件100被配置于离复合芯片部件3的上表面3a,即基准平面RP相等的距离的位置处。

[0149] 此外,磁场转换部42可以仅包含下部磁轭42B1、42B2、42B3、42B4和上部磁轭42T1、42T2、42T3、42T4的一方。软磁性结构体40可以仅包含软磁性层41、43的一方。

[0150] 接下来,参照图13至图15,对第1磁场发生器71的结构进行详细地说明。图13是示出第1磁场发生器71的俯视图。图14放大表示了图13中所示的第1磁场发生器71中的由符号A表示的部分。符号A所示的部分是第1线圈71A的一部分。图15放大表示了图13所示的第1磁场发生器71中的由符号B表示的部分。符号B所示的部分是第2线圈71B的一部分。

[0151] 如图14所示,第1线圈71A具有沿基准坐标系中的XY平面以平面螺旋状地卷绕多匝的导线71Aa和连接于导线71Aa的两端的2个端子71Ab、71Ac。导线71Aa的匝数例如是16匝。导线71Aa的厚度例如为1 μ m。导线71Aa的宽度例如为2 μ m。导线71Aa中的相邻匝的间隔例如为2 μ m。端子71Ab、71Ac连接于集成电路芯片70内的控制电路。

[0152] 如图15所示,第2线圈71B具有沿基准坐标系中的XY平面以平面螺旋状地卷绕多匝的导线71Ba和连接于导线71Ba的两端的2个端子71Bb、71Bc。导线71Ba的匝数、厚度、宽度和

间隔可以与导线71Aa相同。端子71Bb、71Bc连接于集成电路芯片70内的控制电路。

[0153] 接下来,参照图16至图19对第2磁场发生器72的结构进行详细地说明。图16是示出第2磁场发生器72的俯视图。图17放大并示出了图16中所示的第2磁场发生器72中符号C所示的部分。符号C所示的部分是第3线圈72A的一部分。图18放大并示出了图16所示的第2磁场发生器72中的符号D所示的部分。符号D所示的部分是第4线圈72B的一部分。图19放大并示出图16所示的第2磁场发生器72中的符号E所示的部分。符号E所示的部分是第4线圈72B的其它的部分。

[0154] 如图17所示,第3线圈72A具有以平面螺旋状地卷绕多匝的导线72Aa和连接于导线72Aa的两端的2个端子72Ab、72Ac。导线72Aa的匝数、厚度、宽度和间隔可以与导线71Aa相同。端子72Ab、72Ac连接于集成电路芯片70内的控制电路。

[0155] 如图18和19所示,第4线圈72B具有以平面螺旋状地卷绕多匝的导线72Ba和连接于导线72Ba的两端的2个端子72Bb、72Bc。导线72Ba的匝数、厚度、宽度和间隔可以与导线71Aa相同。端子72Bb、72Bc分别连接于集成电路芯片70内的控制电路。

[0156] 接下来,对第3磁场发生器73的结构进行简单地说明。如之前所述的那样,构成第3磁场发生器73的第5线圈具有以平面螺旋状地卷绕多匝的导线。第5线圈还具有连接于上述的导线的两端的2个端子。2个端子连接于集成电路芯片70内的控制电路。

[0157] 接下来,参照图20至图21对第1磁场发生器71的作用进行说明。图20是示出第1磁场发生器71的作用的说明图。图21是示意性地示出第1附加磁场的说明图。当由第1磁场发生器71产生第1附加磁场时,对第1至第3磁传感器10、20、30的各个,施加有作为平行于第1附加磁场的第1方向的分量的第1附加磁场分量。第1方向是基准平面RP内的1个方向。在本实施方式中特别地,与基准坐标系中的X方向一致。

[0158] 另外,在本实施方式中,通过使电流 I_{xa} 流过第1磁场发生器71的第1线圈71A,并且使电流 I_{xb} 流过第1磁场发生器71的第2线圈71B,从而产生第1附加磁场。此处,将被施加于第1磁传感器10的第1和第2部分11、12的第1附加磁场分量,分别用符号MF1a、MF1b表示。另外,将被施加于第2磁传感器20的第1和第2部分21、22的第1附加磁场分量,分别用符号MF1c、MF1d表示。另外,将被施加于第3磁传感器30的第1附加磁场分量,用符号MF1e表示。

[0159] 在图20中,标记了符号 I_{xa} 的箭头指示电流 I_{xa} 的方向,标记了符号 I_{xb} 的箭头指示电流 I_{xb} 的方向。另外,在图21中,标记了符号MF1的曲线表示作为对应于第1附加磁场的磁通的通过第1磁传感器10的第1部分11和第2部分12的磁通MF1。如图20所示,在从上方观察电流 I_{xa} 的方向为顺时针方向,从上方观察电流 I_{xb} 的方向为逆时针方向的情况下,磁通MF1在图21中以箭头所示的方式流动。在这种情况下,第1附加磁场分量MF1a、MF1b、MF1c、MF1d、MF1e的方向均成为基准坐标系中的X方向。此外,电流 I_{xa} 的大小与电流 I_{xb} 的大小相等或大致相等。

[0160] 当将电流 I_{xa} 、 I_{xb} 的方向分别设为与图20所示的示例相反时,磁通MF1向与图20所示的例子相反的方向流动。在这种情况下,第1附加磁场分量MF1a、MF1b、MF1c、MF1d、MF1e的方向均成为基准坐标系中的-X方向。

[0161] 此外,预先求得了电流 I_{xa} 、 I_{xb} 的大小与第1附加磁场分量MF1a、MF1b、MF1c、MF1d、MF1e的强度的关系。当电流 I_{xa} 、 I_{xb} 的大小为某个值时,MF1a、MF1b的强度互相相等或大致相等,MF1c、MF1d的强度互相相等或大致相等。此外,当电流 I_{xa} 、 I_{xb} 的大小为某个值时,

MF1a、MF1b的各个的强度、MF1c、MF1d的各个的强度和MF1e的强度可以互不相同。例如，MF1a、MF1b的各个的强度可以比MF1c、MF1d的强度以及MF1e的强度大。

[0162] 接下来，参照图22以及图23，对第2磁场发生器72的作用进行说明。图22是示出第2磁场发生器72的作用的说明图。图23是示意性地示出第2附加磁场的说明图。当由第2磁场发生器72产生第2附加磁场时，第1至第3磁传感器10、20、30中的各个被施加有第2附加磁场的作为平行于第2方向的方向的分量的第2附加磁场分量。第2方向是基准平面RP内的1个方向，并且是与第1方向是不同的方向。在本实施方式中特别地，第2方向与基准坐标系中的Y方向一致。

[0163] 另外，在本实施方式中，通过使电流 I_{ya} 流过第2磁场发生器72的第3线圈72A，并且使电流 I_{yb} 流过第2磁场发生器72的第4线圈72B，从而产生第2附加磁场。此处，将被施加于第1磁传感器10的第1和第2部分11、12的第2附加磁场分量，分别用符号MF2a、MF2b表示。另外，将被施加于第2磁传感器20的第1和第2部分21、22的第2附加磁场分量，分别用符号MF2c、MF2d表示。另外，将被施加于第3磁传感器30的第2附加磁场分量，用符号MF2e表示。

[0164] 在图22中，标记了符号 I_{ya} 的箭头指示电流 I_{ya} 的方向，标记了符号 I_{yb} 的箭头指示电流 I_{yb} 的方向。另外，在图23中，标记了符号MF2的曲线表示作为对应于第2附加磁场的磁通的通过第2磁传感器20的第1部分21和第2部分22的磁通MF2。如图22所示，在从上方观察电流 I_{ya} 的方向为顺时针方向，从上方观察电流 I_{yb} 的方向为逆时针方向的情况下，磁通MF2在图23中以箭头所示的方式流动。在这种情况下，第2附加磁场分量MF2a、MF2b、MF2c、MF2d、MF2e的方向均为基准坐标系中的Y方向。此外，电流 I_{ya} 的大小与电流 I_{yb} 的大小相等或大致相等。

[0165] 当将电流 I_{ya} 、 I_{yb} 的方向分别设为与图22所示的例子相反时，磁通MF2向与图23所示的例子相反的方向流动。在这种情况下，第2附加磁场分量MF2a、MF2b、MF2c、MF2d、MF2e的方向均为基准坐标系中的-Y方向。

[0166] 此外，预先求得了电流 I_{ya} 、 I_{yb} 的大小与第2附加磁场分量MF2a、MF2b、MF2c、MF2d、MF2e的强度的关系。当电流 I_{ya} 、 I_{yb} 的大小为某个值时，MF2a、MF2b的强度互相相等或大致相等，MF2c、MF2d的强度互相相等或大致相等。此外，当电流 I_{ya} 、 I_{yb} 的大小为某个值时，MF2a、MF2b的各个的强度、MF2c、MF2d的各个的强度和MF2e的强度可以互不相同。例如，MF2c、MF2d的各个的强度可以比MF2a、MF2b的强度以及MF2e的强度大。

[0167] 接下来，参照图3和图4，对第3磁场发生器73产生的第3附加磁场进行说明。当由第3磁场发生器73产生第3附加磁场时，第3磁传感器30被施加有第3附加磁场的作为平行于第3方向的方向的分量的第3附加磁场分量。第3方向垂直于基准平面RP。在本实施方式中特别地，第3方向与基准坐标系中的Z方向一致。

[0168] 另外，在本实施方式中，通过使电流流过构成第3磁场发生器73的第5线圈来产生第3附加磁场。在从上方观察流过第5线圈的电流的方向为逆时针方向的情况下，第3附加磁场分量的方向为基准坐标系中的Z方向。另外，在从上方观察流过第5线圈的电流的方向为顺时针方向的情况下，第3附加磁场分量的方向为基准坐标系中的-Z方向。

[0169] 此外，在本实施方式中，在第1和第2磁传感器10、20中的各个，完全没有或几乎没有被施加第3附加磁场分量。

[0170] 接下来，对确认第1和第2磁场发生器71、72的作用的模拟结果进行说明。在模拟

中,使用了对应于本实施方式所涉及的磁传感器装置1的实施例的模型。在实施例的模型中,第1至第3传感器坐标系中的任一个均与基准坐标系一致。

[0171] 在模拟中,使用实施例的模型,求得了当由第1磁场发生器71产生第1附加磁场时的电阻部Rx1、Rx2、Rx3、Rx4、Ry1、Ry2、Ry3、Ry4中的磁通密度的平行于X方向的方向的分量Bx和平行于Y方向的方向的分量By。用于产生第1附加磁场的电流Ixa、Ixb的方向是图20所示的方向。另外,电流Ixa、Ixb的大小分别为1mA。

[0172] 另外,在模拟中,使用实施例的模型,求得了当由第2磁场发生器72产生第2附加磁场时的电阻部Rx1、Rx2、Rx3、Rx4、Ry1、Ry2、Ry3、Ry4中的磁通密度的平行于X方向的方向的分量Bx和与平行于Y方向的方向的分量By。用于产生第2附加磁场的电流Iya、Iyb的方向是图22所示的方向。另外,电流Iya、Iyb的大小分别为1mA。

[0173] 在下文中,将由电阻部Rx1、Rx2构成的半桥电路用符号Rx12表示,将由电阻部Rx3、Rx4构成的半桥电路用符号Rx34表示,将由电阻部Ry1、Ry2构成的半桥电路用符号Ry12表示,将由电阻部Ry3、Ry4构成的半桥电路用符号Ry34表示。在模拟中,将电阻部Rx1、Rx2中的磁通密度的平均值作为半桥电路Rx12中的磁通密度,将电阻部Rx3、Rx4中的磁通密度的平均值作为半桥电路Rx34中的磁通密度。另外,将电阻部Ry1、Ry2中的磁通密度的平均值作为半桥电路Ry12中的磁通密度,将电阻部Ry3、Ry4中的磁通密度的平均值作为半桥电路Ry34中的磁通密度。

[0174] 接下来,对模拟的结果进行说明。首先,对产生第1附加磁场时的情况进行说明。表1示出了当产生第1附加磁场时的电阻部Rx1、Rx2、Rx3、Rx4和半桥电路Rx12、Rx34中的磁通密度。另外,表2示出了当产生第1附加磁场时的电阻部Ry1、Ry2、Ry3、Ry4和半桥电路Ry12、Ry34中的磁通密度。表1和表2示出了磁通密度的分量Bx、By的大小。此外,在表1和表2中,X方向的分量Bx和Y方向的分量By由正的值表示,-X方向的分量Bx和-Y方向的分量By由负的值表示。另外,表1和表2所示的磁通密度的值是将小数点后第2位数四舍五入后的值。

[0175] 【表1】

	Bx (μ T)	By (μ T)
Rx1	13.2	0.1
Rx2	9.8	-0.1
Rx3	13.3	0.1
Rx4	9.7	-0.1
Rx12	11.5	0.0
Rx34	11.5	0.0

[0177] 【表2】

	Bx (μ T)	By (μ T)
Ry1	6.0	-0.2
Ry2	6.0	0.1
Ry3	6.0	-0.2
Ry4	6.0	0.1
Ry12	6.0	0.0
Ry34	6.0	0.0

[0179] 磁通密度的分量 B_x 对应于平行于磁场的X方向的方向的分量。磁通密度的分量 B_y 对应于平行于磁场的Y方向的方向的分量。从表1和表2所示的结果可知,当由第1磁场发生器71产生第1附加磁场时,第1磁传感器10和第2磁传感器20中的任一个都被施加有第1附加磁场的作为平行于X方向的方向的分量的第1附加磁场分量,而完全没有或几乎没有施加第1附加磁场的作为平行于Y方向的方向的分量。另外,从表1和表2所示的结果可知,当电流 I_{xa} 、 I_{xb} 的大小为某一值时,MF1a、MF1b中的各个的强度比MF1c、MF1d中的各个的强度大。

[0180] 接下来,对产生第2附加磁场的情况进行说明。表3示出当产生第2附加磁场时的电阻部 R_{x1} 、 R_{x2} 、 R_{x3} 、 R_{x4} 和半桥电路 R_{x12} 、 R_{x34} 中的磁通密度。表4示出当产生第2附加磁场时的电阻部 R_{y1} 、 R_{y2} 、 R_{y3} 、 R_{y4} 和半桥电路 R_{y12} 、 R_{y34} 中的磁通密度。在表3和表4中,与如表1和表2同样地,示出磁通密度分量 B_x 、 B_y 的大小。另外,表3和表4所示的磁通密度的值是将小数点后第2位数四舍五入后的值。

[0181] 【表3】

	B_x (μT)	B_y (μT)
R_{x1}	0.2	5.9
R_{x2}	-0.1	6.0
R_{x3}	0.2	5.9
R_{x4}	-0.1	6.0
R_{x12}	0.1	6.0
R_{x34}	0.0	5.9

[0183] 【表4】

	B_x (μT)	B_y (μT)
R_{y1}	-0.1	12.9
R_{y2}	0.1	9.5
R_{y3}	-0.1	12.9
R_{y4}	0.1	9.5
R_{y12}	0.0	11.2
R_{y34}	0.0	11.2

[0185] 从表3和表4所示的结果可知,当由第2磁场发生器72产生第2附加磁场时,第1磁传感器10和第2磁传感器20中的任一个都被施加有第2附加磁场的作为平行于Y方向的方向的分量的第2附加磁场分量,而完全没有或几乎没有施加第2附加磁场的作为平行于X方向的方向的分量。另外,从表3和表4所示的结果可知,当电流 I_{ya} 、 I_{yb} 的大小为某一值时,MF2c、MF2d中的各个的强度比MF2a、MF2b的强度大。

[0186] 接下来,对本实施方式所涉及的磁传感器装置1的作用和效果进行说明。第1磁传感器10检测外部磁场的作为第1磁敏方向的分量的第1外部磁场分量。第2磁传感器20检测外部磁场的作为第2磁敏方向的分量的第2外部磁场分量。第3磁传感器30检测外部磁场的作为第3磁敏方向的分量的第3外部磁场分量。第1磁敏方向是与第1传感器坐标系中的X方向平行的方向。第2磁敏方向是与第2传感器坐标系中的Y方向平行的方向。第3磁敏方向是与第3传感器坐标系中的Z方向平行的方向。

[0187] 在此,将与作为基准坐标系中的X方向的方向平行的方向称为第1主轴方向。并

且,将第1检测信号的变化相对于第1主轴方向上的磁场的强度的变化的比例称为第1主轴灵敏度。另外,将第1检测信号的变化相对于除了第1主轴方向以外的方向的磁场的强度的变化的比例称为第1磁传感器10的其它轴灵敏度。

[0188] 另外,将与作为基准坐标系中的Y方向的第2方向平行的方向称为第2主轴方向。并且,将第2检测信号的变化相对于第2主轴方向上的磁场的强度的变化的比例称为第2主轴灵敏度。另外,将第2检测信号的变化相对于除了第2主轴方向以外的方向的磁场的强度的变化的比例称为第2磁传感器20的其它轴灵敏度。

[0189] 另外,将与作为基准坐标系中的Z方向的第3方向平行的方向称为第3主轴方向。并且,将第3检测信号的变化相对于第3主轴方向上的磁场的强度的变化的比例称为第3主轴灵敏度。另外,将第3检测信号的变化相对于除了第3主轴方向以外的方向的磁场的强度的变化的比例称为第3磁传感器30的其它轴灵敏度。

[0190] 在本实施方式所涉及的磁传感器装置1中,如下所述,可以测量:第1至第3主轴灵敏度;在平行于第2方向的方向上的第1磁传感器10的其它轴灵敏度;在平行于第1方向的方向上的第2磁传感器20的其它轴灵敏度;在平行于第1方向的方向上的第3磁传感器30的其它轴灵敏度;以及在平行于第2方向的方向上的第3磁传感器30的其它轴灵敏度。

[0191] 首先,对第1主轴敏感度和在平行于第2方向的方向上的第1磁传感器10的其它轴灵敏度的测量方法进行说明。当由第1磁场发生器71产生第1附加磁场时,在第1磁传感器10,施加有第1附加磁场分量。第1附加磁场分量是第1附加磁场的平行于第1方向的方向即第1主轴方向的分量。因此,通过由集成电路芯片70内的控制电路控制第1磁场发生器71,并且使第1附加磁场分量的强度变化,由集成电路芯片70内的校正处理电路取得此时的第1检测信号的变化信息,从而能够由校正处理电路测量第1主轴灵敏度。

[0192] 另外,当由第2磁场发生器72产生第2附加磁场时,在第1磁传感器10,施加有第2附加磁场分量。第2附加磁场分量是平行于第2附加磁场的第2方向的方向的分量。因此,通过由控制电路控制第2磁场发生器72,并且使第2附加磁场分量的强度变化,由校正处理电路取得此时的第1检测信号的变化信息,从而能够由校正处理电路测量平行于第2方向的方向上的第1磁传感器10的其它轴灵敏度。

[0193] 接下来,对第2主轴敏感度和在平行于第1方向的方向上的第2磁传感器20的其它轴灵敏度的测量方法进行说明。当由第2磁场发生器72产生第2附加磁场时,在第2磁传感器20,施加有第2附加磁场分量。第2附加磁场分量是第2附加磁场的平行于第2方向的方向即第2主轴方向的分量。因此,通过由控制电路控制第2磁场发生器72,并且使第2附加磁场分量的强度变化,由校正处理电路取得此时的第2检测信号的变化信息,从而能够由校正处理电路测量第2主轴灵敏度。

[0194] 另外,当由第1磁场发生器71产生第1附加磁场时,在第2磁传感器20,施加有第1附加磁场分量。因此,通过由控制电路控制第1磁场发生器71,并且使第1附加磁场分量的强度变化,由校正处理电路取得此时的第2检测信号的变化信息,从而能够由校正处理电路测量平行于第1方向的方向上的第2磁传感器20的其它轴灵敏度。

[0195] 接下来,对第3主轴敏感度和在平行于第1方向的方向上的第3磁传感器30的其它轴灵敏度,以及在平行于第2方向的方向上的第3磁传感器30的其它轴灵敏度的测量方法进行说明。当由第3磁场发生器73产生第3附加磁场时,在第3磁传感器30,施加有第3附加磁场

分量。第3附加磁场分量是第3附加磁场的平行于第3方向的方向即第3主轴方向的分量。因此,通过由控制电路控制第3磁场发生器73,并且使第3附加磁场分量的强度变化,由校正处理电路取得此时的第3检测信号的变化信息,从而能够由校正处理电路测量第3主轴灵敏度。

[0196] 另外,当由第1磁场发生器71产生第1附加磁场时,在第3磁传感器30,施加有第1附加磁场分量。因此,通过由控制电路控制第1磁场发生器71,并且使第1附加磁场分量的强度变化,由校正处理电路取得此时的第3检测信号的变化信息,从而能够由校正处理电路测量平行于第1方向的方向上的第3磁传感器30的其它轴灵敏度。

[0197] 另外,当由第2磁场发生器72产生第2附加磁场时,在第3磁传感器30,施加有第2附加磁场分量。因此,通过由控制电路控制第2磁场发生器72,并且使第2附加磁场分量的强度变化,由校正处理电路取得此时的第3检测信号的变化信息,从而能够由校正处理电路测量平行于第2方向的方向上的第3磁传感器30的其它轴灵敏度。

[0198] 在本实施方式中,基准坐标系是以复合芯片部件3为基准设定的。另外,复合芯片部件3和第1至第3磁场发生器71、72、73被一体化。在本实施方式中特别地,第1至第3磁场发生器71、72、73被包含于复合芯片部件3。因此,第1至第3磁场发生器71、72、73不会产生相对于基准坐标系的位置偏差。因此,第1至第3附加磁场分量的各自的方向在基准坐标系中被高精度地规定了。因此,根据本实施方式,能够高精度地测量第1至第3主轴灵敏度和上述的4个其它轴灵敏度。

[0199] 如之前所述的那样,磁传感器装置1以使第1至第3传感器坐标系与基准坐标系一致的方式被设计。但是,由于传感器芯片4相对于复合芯片部件3的排列方式的偏差或第1至第3磁传感器10、20和30的相互的位置偏差等,可能会导致第1至第3传感坐标系中的至少1个与基准坐标系不一致的情况。即使在该情况下,根据本实施方式,通过使用以基准坐标系为基准的磁场,即第1至第3附加磁场分量所测量的第1至第3主轴灵敏度和上述的4个其它轴灵敏度来校正第1至第3检测信号,从而能够将第1至第3检测信号转换成以基准坐标系为基准的检测信号。

[0200] 此外,在本实施方式中,当由第3磁场发生器73产生第3附加磁场时,没有在第1和第2磁传感器10、20施加第3附加磁场分量。因此,在本实施方式中,无法测量在平行于第3方向的方向上的第1磁传感器10的其它轴灵敏度和在平行于第3方向的方向上的第2磁传感器20的其它轴灵敏度。然而,在本实施方式中,出于以下的第1和第2理由,即使将上述的2个其它轴灵敏度的任一个均视为0也没有问题。第1理由是由于第1和第2磁传感器10、20原本在平行于它们的传感器坐标系中的Z方向的方向上的灵敏度小。第2理由是由于磁传感器装置1的结构上,完全不发生或几乎不会发生第1和第2传感器坐标系中的Z方向相对于坐标系中的Z方向的倾斜。

[0201] 接下来,对通过集成电路芯片70内的校正处理电路对第1至第3检测信号实施的校正处理的概略进行说明。

[0202] 首先,理想状态按照以下第1至第3的要求定义。第1要求是,第1磁敏方向与平行于第1方向的方向一致,第2磁敏方向与平行于第2方向的方向一致,第3磁敏方向与平行于第3方向的方向一致。

[0203] 第2要求是第1检测信号的变化相对于第1外部磁场分量的变化的比例、第2检测信

号的变化相对于第2外部磁场分量的变化的比例、以及第3检测信号的变化相对于第3外部磁场分量的变化的比例相等。

[0204] 第3要求是第2检测信号的变化相对于第1外部磁场分量的变化的比例、第3检测信号的变化相对于第1外部磁场分量的变化的比例、第1检测信号的变化相对于第2外部磁场分量的变化的比例、第3检测信号的变化相对于第2外部磁场分量的变化的比例、第1检测信号的变化相对于第3外部磁场分量的变化的比例、以及第2检测信号的变化相对于第3外部磁场分量的变化的比例的一个均为0。

[0205] 此处,将理想状态下的第1检测信号称为第1理想信号,将理想状态下的第2检测信号称为第2理想信号,将理想状态下的第3检测信号称为第3理想信号。校正处理是以使第1至第3校正后信号与校正前的第1至第3检测信号相比更接近第1至第3理想信号的方式,来校正第1至第3检测信号并生成第1至第3校正后信号的处理。

[0206] 第1校正后信号例如是将校正前的第1至第3检测信号分别乘以第1至第3校正系数所得的3项之和。同样地,第2校正后信号例如是将校正前的第1至第3检测信号分别乘以第4至第6校正系数所得的3项之和。同样地,第3校正后信号例如是将校正前的第1至第3检测信号分别乘以第7至第9校正系数所得的3项之和。在本实施方式中,第3和第6校正系数为0。其它的校正系数是基于第1至第3主轴灵敏度和上述的4个其它轴灵敏度的测量结果而算出的。

[0207] [第1至第4变形例]

[0208] 接下来,将本实施方式所涉及的磁传感器装置1的第1至第4变形例进行说明。首先,对第1变形例进行说明。第1变形例是除了分别单独地驱动第1至第3磁场发生器71、72、73的动作以外,还可以进行同时地驱动第1至第3磁场发生器71、72、73的动作的例子。由此,在第1变形例中,能够在平行于基准坐标系中的XY平面中且与传感器芯片4交叉的规定的平面内的规定的位置处,使任意的方向的磁场产生。在下文中,将该磁场称为方向可变磁场。当同时地驱动第1至第3磁场发生器71、72、73中的2个或3个时,由它们产生的2个或3个附加磁场被合成,形成方向可变磁场。

[0209] 例如,通过使分别单独地驱动第1和第2磁场发生器71、72的动作和同时地驱动第1和第2磁场发生器71、72的操作相结合,可以将方向可变磁场的方向设定为平行于基准坐标系中的XY平面的任意的方向。在下文中,将平行于基准坐标系中的XY平面的任意的方向的方向可变磁场特别地称为旋转磁场MFr。另外,通过同时地驱动第1和第2磁场发生器71、72中的至少1个以及第3磁场发生器73,从而可以将方向可变磁场的方向设定为除了平行于基准坐标系中的XY平面的方向以外的任意的方向。

[0210] 根据第1变形例,通过将磁传感器配置于上述的规定的位置,能够对该磁传感器施加任意的方向的磁场。由此,例如,能够变更测量该磁传感器的主轴灵敏度和其它轴灵敏度时的基准坐标系。

[0211] 在下文中,展示旋转磁场MFr的方向的设定方法的几个示例。在以下的说明中,将旋转磁场MFr的方向相对于基准坐标系中的X方向所构成的角度称为旋转磁场角度。当旋转磁场角度设定为 0° 时,例如,如图20所示,从上方观察电流Ixa的方向为顺时针方向,从上方观察电流Ixb的方向为逆时针方向,将电流Iya、Iyb的大小设为0。另外,在将旋转磁场角度设为 90° 的情况下,如图22所示,从上方观察电流Iya的方向为顺时针方向,从上方观察电流

Iyb的方向为逆时针方向,电流Ixa和Ixb的大小设为0。

[0212] 在将旋转磁场角度设为 45° 的情况下,例如,从上方观察电流Ixa、Iya的方向为顺时针方向,从上方观察电流Ixb、Iyb的方向为逆时针方向,并将电流Iya的大小相对于电流Ixa的比例、以及电流Iyb的大小相对于电流Ixb的大小的比例均设为1。在图24中,在将旋转磁场角设为 45° 的情况下的磁场MFa、MFb、MFc、MFd、MFr的方向分别由附加了符号MFa、MFb、MFc、MFd、MFr的箭头表示。

[0213] 另外,在旋转磁场角度为 30° 的情况下,例如,从上方观察电流Ixa、Iya的方向为顺时针方向,从上方观察电流Ixb、Iyb的方向为逆时针方向,将电流Iya的大小相对于电流Ixa的比例、以及电流Iyb的大小相对于电流Ixb的大小的比例均设为 $1/\sqrt{3}$ 。

[0214] 另外,在旋转磁场角度为 180° 的情况下,例如,从上方观察电流Ixa的方向为逆时针方向,从上方观察电流Ixb的方向为顺时针方向,电流Iya、Iyb的大小设为0。另外,在旋转磁场角度为 270° 的情况下,例如,从上方观察电流Iya的方向为逆时针方向,从上方观察电流Iyb的方向为顺时针方向,电流Ixa、Ixb的大小设为0。

[0215] 接下来,参考图5、图6和图25对第2变形例进行说明。图25是示出第1磁场发生器71和第3磁场发生器73的俯视图。在第2变形例中,第1磁场发生器71的第1和第2线圈71A、71B和第3磁场发生器73被配置于同一平面上,例如集成电路芯片70的上表面70a上。第1线圈71A相对于第3磁场发生器73位于基准坐标系中的X方向的靠前的位置。第2线圈71B相对于第3磁场发生器73位于基准坐标系中的-X方向的靠前的位置。

[0216] 另外,在第2变形例中,不设置绝缘层74C、74D。绝缘层74A在上表面70a上被配置于线圈71A、71B和第3磁场发生器73的周围。绝缘层74B覆盖线圈71A、71B、第3磁场发生器73和绝缘层74A。第2磁场发生器72的第3和第4线圈72A、72B以及绝缘层74E被配置于绝缘层74B上。

[0217] 在第2变形例中,可以使复合芯片部件3(参照图1等)的Z方向的尺寸比图5和图6所示的例子小绝缘层74C、74D的分量。

[0218] 接下来,参照图26和图27对第3变形例进行说明。图26是示出第1磁场发生器71和第2磁场发生器72的一部分的俯视图。图27是示出第2磁场发生器72的其它的一部分的俯视图。在第3变形例中,第2磁场发生器72包含第3线圈72C和第4线圈72D作为第3和第4线圈72A、72B的替代。

[0219] 从上方观察时的第3线圈72C的形状和配置与第3线圈72A相同。第3线圈72C包含与第1和第2线圈71A、71B配置于同一平面上的2个线圈部分72C1、72C2以及在垂直于基准平面RP(参照图1)的方向上与线圈部分72C1、72C2配置于不同的位置的2个线圈部分72C3、72C4。线圈部分72C1、72C2在第1线圈71A和第2线圈71B之间,被配置于基准坐标系中的Y方向互不相同的位置。线圈部分72C3、72C4被配置于基准坐标系中的X方向的互不相同的位置。

[0220] 线圈部分72C1~72C4分别包含多个导线部分。从上方观察,线圈部分72C3的多个导线部分的一部分与线圈部分72C1的多个导线部分的一部分以及线圈部分72C2的多个导线部分的一部分重叠。从上方观察,线圈部分72C4的多个导线部分的一部分与线圈部分72C1的多个导线部分的其它的一部分以及线圈部分72C2的多个导线部分的其它的一部分重叠。在多个导线部分中,从上方观察互相重叠的部分以构成沿基准坐标系中的XY平面以平面螺旋形状地卷绕多匝的1个导线的方式,通过例如多个通孔连接。

[0221] 另外,从上方观察时的第4线圈72D的形状和配置与第4线圈72B相同。第4线圈72D包含与第1和第2线圈71A、71B配置于同一平面上的2个线圈部分72D1、72D2以及在垂直于基准平面RP(参照图1)的方向上与线圈部分72D1、72D2配置于不同的位置的2个线圈部分72D3、72D4。线圈部分72D1、72D2在第1线圈71A和第2线圈71B之间,被配置于基准坐标系中的Y方向的互不相同的位置。线圈部分72D3、72D4被配置于基准坐标系中的X方向的互不相同的位置。

[0222] 线圈部分72C1~72C4分别包含多个导线部。从上方观察,线圈部分72D3的多个导线部分的一部分与线圈部分72D1的多个导线部分的一部分以及线圈部分72D2的多个导线部分的一部分重叠。从上方观察,线圈部分72D4的多个导线部分的一部分与线圈部分72D1的多个导线部分的其它的一部分以及线圈部分72D2的多个导线部分的其它的一部分重叠。在多个导线部分中,从上方观察互相重叠的部分以构成沿基准坐标系中的XY平面以平面螺旋形状地卷绕多匝的1个导线的方式,通过例如多个通孔连接。

[0223] 在此,对第3和第4线圈72C、72D与绝缘层74B、74C、74D、74E、74F(参照图5和图6)的位置关系进行说明。线圈部分72C1、72C2、72D1、72D2被配置于绝缘层74B上。绝缘层74C在绝缘层74B上被配置于线圈71A、71B以及线圈部分72C1、72C2、72D1和72D2周围。绝缘层74D覆盖线圈71A、71B、线圈部分72C1、72C2、72D1、72D2和绝缘层74C。线圈部分72C3、72C4、72D3、72D4被配置于绝缘层74D上。所述多个通孔被埋入于绝缘层74D。绝缘层74E在绝缘层74D上被配置于线圈部分72C3、72C4、72D3、72D4的周围。绝缘层74F覆盖线圈部分72C3、72C4、72D3、72D4和绝缘层74E。

[0224] [第2实施方式]

[0225] 接下来,对本发明的第2实施方式进行说明。首先,参照图28,对本实施方式所涉及的磁传感器装置1的结构与第1实施方式的不同点进行说明。图28是示出本实施方式中的第3磁场发生器的俯视图。当从上方观察时,第3磁场发生器73具有正方形或大致正方形的外周和内周。在本实施方式中,当从上方观察时,第3磁场发生器73围绕第1至第4部分区域A11、A12、A21、A22。

[0226] 此外,尽管未在图中示出,但是第1和第2磁场发生器71、72的结构、形状和配置与第1实施方式相同。

[0227] 接下来,参照图28,对第3磁场发生器73产生的第3附加磁场的作用和效果进行说明。在本实施方式中,当由第3磁场发生器73产生第3附加磁场时,在第1至第3磁传感器10、20、30的各个施加有第3附加磁场分量。第3附加磁场分量是第3附加磁场的与第3方向,即基准坐标系中的Z方向平行的方向的分量。

[0228] 在本实施方式中,通过由集成电路芯片70(参照图2等)内的控制电路控制第3磁场发生器73,并且使第3附加磁场分量的强度变化,由集成电路芯片70内的校正处理电路取得此时的第1检测信号的变化信息,能够由校正处理电路测量平行于第3方向的第1磁传感器10的其它轴灵敏度。

[0229] 同样地,通过由控制电路控制第3磁场发生器73,从而使第3附加磁场分量的强度变化,由校正处理电路取得此时的第2检测信号的变化信息,从而能够由校正处理电路测量平行于第3方向的方向上的第2磁传感器20的其它轴灵敏度。

[0230] 如在第1实施方式中所说明的那样,第3附加磁场分量的方向在基准坐标系中被高

精度地规定。因此,根据本实施方式,能够高精度地测量上述的2个其它轴灵敏度。

[0231] 此外,如在第1实施方式中所说明的那样,在由校正处理电路对第1至第3检测信号实施的校正处理中,使用了第1至第9校正系数。在本实施方式中,第1至第9校正系数是基于上述的2个其它轴灵敏度的测量结果和在第1实施方式中所说明的第1至第3主轴灵敏度和4个其它轴灵敏度的测量结果而算出的。

[0232] [第1至第3变形例]

[0233] 接下来,对本实施方式所涉及的磁传感器装置1的第1至第3变形例进行说明。首先,参照图29和30,对第1变形例进行说明。图29是示出第1磁场发生器71和第3磁场发生器73的俯视图。图30是示出第2磁场发生器72的俯视图。在第1变形例中,第1磁场发生器71的第1和第2线圈71A、71B和第3磁场发生器73,被配置于在同一平面上,例如集成电路芯片70的上表面70a上(参照图5和图6)。此外,在图29所示的示例中,第3磁场发生器73的X方向的尺寸和Y方向的尺寸小于图28所示的例。

[0234] 如图29所示,第1线圈71A被配置于相对于第3磁场发生器73的基准坐标系中的X方向的前方的位置。第1线圈71A的X方向的尺寸和Y方向的尺寸大于第1实施方式中的图4等所示的第1线圈71A。

[0235] 如图29所示,第2线圈71B被配置于相对于第3磁场发生器73的基准坐标系中的-X方向的前方的位置。第2线圈71B的X方向的尺寸和Y方向的尺寸大于第1实施方式中的图4等所示的第2线圈71B。

[0236] 如图30所示,第2磁场发生器72的第3线圈72A,当从上方观察时,被配置于相对于第3磁场发生器73的基准坐标系中的Y方向的前方的位置。第3线圈72A的X方向的尺寸和Y方向的尺寸大于第1实施方式中的图4等所示的第3线圈72A。

[0237] 如图30所示,第2磁场发生器72的第4线圈72B,当从上方观察时,被配置于相对于第3磁场发生器73的基准坐标系中的-Y方向的前方的位置。第4线圈72B的X方向的尺寸和Y方向的尺寸大于第1实施方式中的图4等所示的第4线圈72B。

[0238] 此处,对第1至第3磁场发生器71~73与第1实施方式中的图5和图6所示的与绝缘层74A~74E的位置关系进行说明。在第1变形例中,不设置绝缘层74C、74D。绝缘层74A在集成电路芯片70的上表面70a上,被配置于线圈71A、71B以及第3磁场发生器73的周围。绝缘层74B覆盖线圈71A、71B、第3磁场发生器73和绝缘层74A。第2磁场发生器72的第3和第4线圈72A、72B以及绝缘层74E被配置于绝缘层74B上。

[0239] 在第1变形例中,可以使复合芯片部件3(参照图1等)的Z方向的尺寸相比于图5和图6所示的示例减小绝缘层74C、74D的分量。

[0240] 接下来,参照图31对第2变形例进行说明。图31是示出第1磁场发生器71和第3磁场发生器73的俯视图。第2变形例在以下方面与第1变形例不同。在第2变形例中,与第1变形例同样地,第1磁场发生器71的第1和第2线圈71A、71B以及第3磁场发生器73被配置于同一平面上。然而,当从上方观察时,第3磁场发生器73围绕第1和第2线圈71A、71B。

[0241] 另外,尽管未在图中示出,但是当从上方观察时,第2磁场发生器72的第3和第4线圈72A、72B位于构成第3磁场发生器73的第5线圈的内周的内侧。

[0242] 接下来,参照图32和图33,对第3变形例进行说明。图32是示出第1磁场发生器71、第2磁场发生器71的一部分和第3磁场发生器73的一部分的俯视图。图33是示出第2磁场发

生器72的其它的一部分和第3磁场发生器73的其它的一部分的俯视图。在第3变形例中,第2磁场发生器72包含在第1实施方式的第3变形例中所说明的第3线圈72C和第4线圈72D,以替代第3和第4线圈72A、72B。第3线圈72C包含线圈部分72C1、72C2、72C3、72C4。第4线圈72D包含线圈部分72D1、72D2、72D3、72D4。

[0243] 构成第3磁场发生器73的第5线圈包含:与第1磁场发生器71的第1和第2线圈71A、71B,第3线圈72C的线圈部分72C1、72C2以及第4线圈72D的线圈部分72D1、72D2被配置于同一平面上的4个线圈部分73A1、73A2、73A3、73A4;以及在垂直于基准平面RP(参照图1)的方向上被配置于与线圈部分73A1~73A4不同的位置的4个线圈部分73B1、73B2、73B3、73B4。线圈71A、71B和线圈部分72C1、72C2、72D1、72D2、73A1~73A4被配置于例如集成电路芯片70的上表面70a(参照图5和6)上。

[0244] 线圈部分73A1位于第1线圈71A的内周的内侧的中空部。线圈部分73A2位于第2线圈71B的内周的内侧的中空部。线圈部分73A3在第3线圈72C的内周的内侧的中空部中,位于线圈部分72C1与线圈部分72C2之间。线圈部分73A4在第4线圈72D的内周的内侧的中空部中,位于线圈部分72D1与线圈部分72D2之间。

[0245] 线圈部分73B1位于第3线圈72C的内周的内侧的中空部中被线圈部分73C3包围的部分。线圈部分73B2位于第3线圈72C的内周的内侧的中空部中被线圈部分73C4包围的部分。线圈部分73B3位于第4线圈72D的内周的内侧的中空部中被线圈部分73D3包围的部分。线圈部分73B4位于第4线圈72D的内周的内侧的中空部中被线圈部分73D4包围的部分。

[0246] 线圈部分73A1~73A4、73B1~73B4分别包含多个导线部分。从上方观察,线圈部分73B1的多个导线部分的一部分与线圈部分73A1的多个导线部分的一部分和线圈部分73A3的多个导线部分的一部分重叠。从上方观察,线圈部分73B2的多个导线部分的一部分与线圈部分73A2的多个导线部分的一部分和线圈部分73A3的多个导线部分的一部分重叠。从上方观察,线圈部分73B3的多个导线部分的一部分与线圈部分73A1的多个导线部分的一部分和线圈部分73A4的多个导线部分的一部分重叠。从上方观察,线圈部分73B4的多个导线部分的一部分与线圈部分73A2的多个导线部分的一部分和线圈部分73A4的多个导线部分的一部分重叠。在多个导线部分中,从上方观察互相重叠的部分以构成沿基准坐标系中的XY平面以平面螺旋状地卷绕多匝的1个导线的方式,通过例如多个通孔连接。

[0247] 此处,对第1至第3磁场发生器71~73和第1实施方式中的图5和图6所示的绝缘层74A~74E的位置关系进行说明。在第3变形例中,不设置绝缘层74C、74D。绝缘层74A在集成电路芯片70的上表面70a上被配置于线圈71A、71B以及线圈部分72C1、72C2、72D1、72D2、73A1~73A4的周围。绝缘层74B覆盖线圈71A、71B、线圈部分72C1、72C2、72D1、72D2、73A1~73A4以及绝缘层74A。线圈部分72C3、72C4、72D3、72D4、73B1~73B4被配置于绝缘层74B上。绝缘层74E在绝缘层74B上被配置于线圈部分72C3、72C4、72D3、72D4、73B1~73B4的周围。绝缘层74F覆盖线圈部分72C3、72C4、72D3、72D4、73B1~73B4以及绝缘层74E。

[0248] 在第3变形例中,可以使复合芯片部件3(参照图1等)的Z方向的尺寸相对于图5和图6所示的示例减小绝缘层74C、74D的分量。

[0249] 本实施方式中的其它的结构、作用和效果与第1实施方式相同。

[0250] [第3实施方式]

[0251] 接下来,对本发明的第3实施方式进行说明。首先,对本实施方式所涉及的磁传感

器装置1的结构与第1实施方式的不同之处进行说明。在本实施方式中,没有设置第1实施方式中的第3磁场发生器73以及绝缘层74A、74B。第1磁场发生器71和绝缘层74C被配置于集成电路芯片70的上表面70a(参照图5和图6)上。

[0252] 接下来,参照图34,对本实施方式中的第3附加磁场进行说明。图34是示出第1和第2磁场发生器71、72的作用的说明图。在本实施方式中,第1磁场发生器71的第1和第2线圈71A、71B以及第2磁场发生器72的第3和第4线圈72A、72B协同工作,以产生第3附加磁场。当由第1至第4线圈71A、71B、72A、72B产生第3附加磁场时,在第3磁传感器30施加有第3附加磁场分量。

[0253] 第3附加磁场分量的方向被流过第1线圈71A的电流 I_{xa} 、流过第2线圈71B的电流 I_{xb} 、流过第3线圈72A的电流 I_{ya} 和第4线圈72B的电流 I_{yb} 控制。当在第3磁传感器30施加有基准坐标系中的Z方向的第3附加磁场分量时,分别从上方观察电流 I_{xa} 、 I_{xb} 、 I_{ya} 、 I_{yb} 的方向为顺时针方向。另外,当在第3磁传感器30施加有基准坐标系中的-Z方向的第3附加磁场分量时,分别从上方观察电流 I_{xa} 、 I_{xb} 、 I_{ya} 、 I_{yb} 的方向为逆时针方向。电流 I_{xa} 、 I_{xb} 、 I_{ya} 、 I_{yb} 的大小互相相等或大致相等。此外,可以以规定的间隔交替地流过电流 I_{xa} 、 I_{xb} 和电流 I_{ya} 、 I_{yb} 。

[0254] 图34中示出了当在第3磁传感器30施加有基准坐标系中的-Z方向的第3附加磁场分量时的电流 I_{xa} 、 I_{xb} 、 I_{ya} 、 I_{yb} 的方向。在图34中,由附有符号MF3的记号表示被施加于第3磁传感器30的第3附加磁场分量的方向。

[0255] 此外,当第3附加磁场分量被施加于第3磁传感器30时,第3附加磁场的一部分也被施加于第1和第2磁传感器10、20。图34中示出了当在第3磁传感器30施加有基准坐标系中的-Z方向的第3附加磁场分量时的平行于第3附加磁场的基准坐标系中的XY平面的方向的分量MF3a、MF3b、MF3c、MF3d。分量MF3a是被施加于第1磁传感器10的第1部分11的分量。分量MF3b是被施加于第1磁传感器10的第2部分12的分量。分量MF3c是被施加于第2磁传感器20的第1部分21的分量。分量MF3d是被施加于第2磁传感器20的第2部分22的分量。

[0256] 在本实施方式中,可以在不设置第3磁场发生器73的情况下,对第3磁传感器30施加第3附加磁场分量。由此,根据本实施方式,能够使复合芯片部件3(参照图1等)的Z方向的尺寸变小。

[0257] 此外,本实施方式中的其它的结构、作用和效果,与第1实施方式相同。

[0258] 此外,本发明不限于上述的各实施方式,可以进行各种变更。例如,第1至第3磁传感器10、20、30和第1至第3磁场发生器71、72、73的结构不限于各实施方式中所示的示例,只需要满足权利要求的范围要求即可。

[0259] 此外,本发明的磁传感器装置可以仅具备磁传感器10、20、30中的1个或2个磁传感器。在磁传感器装置仅具备1个磁传感器的情况下,该磁传感器对应于本发明中的第1磁传感器。在磁传感器装置仅具备2个磁传感器的情况下,该2个磁传感器对应于本发明中的第1和第2磁传感器。

[0260] 基于以上的说明,很明显能够实施本发明的各个方式和变形例。因此,在与以下的权利要求的范围的等同的范围内,即使以上述的最优的实施方式之外的方式来实施本发明也可以。

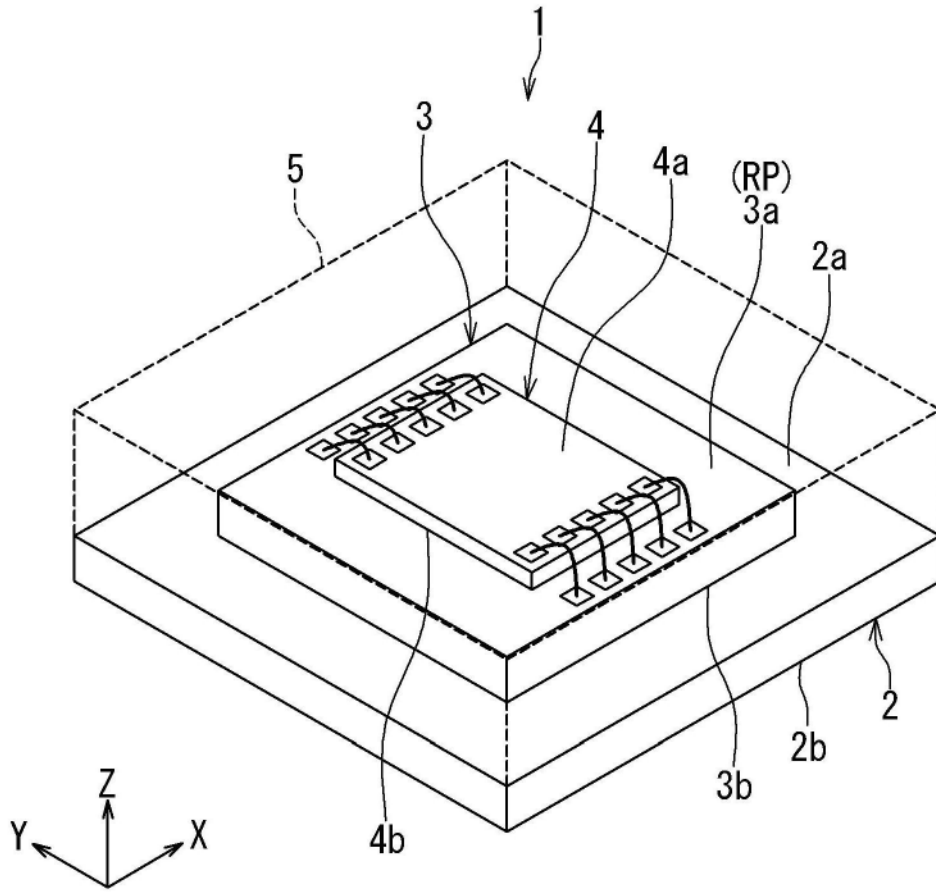


图1

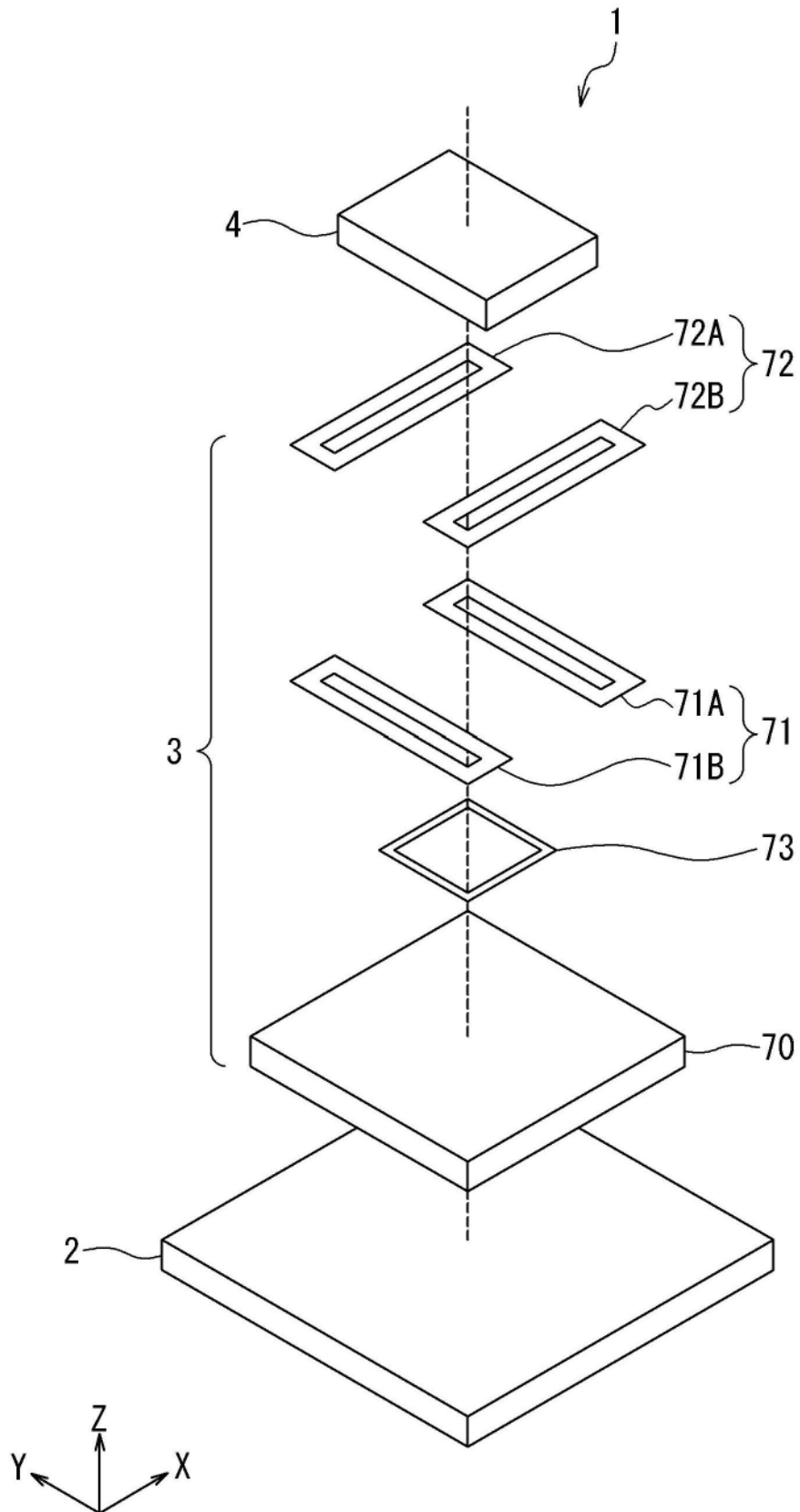


图2

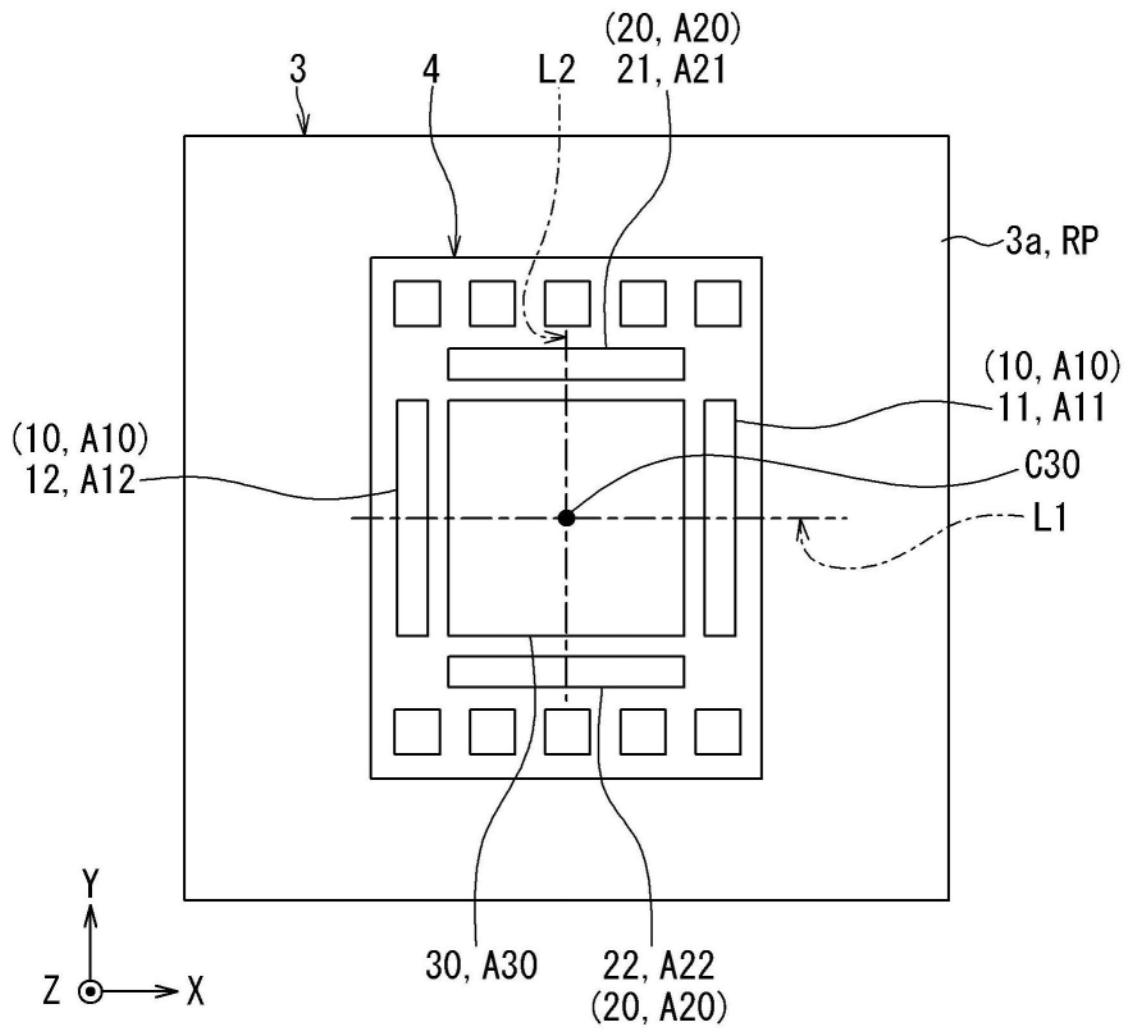


图3

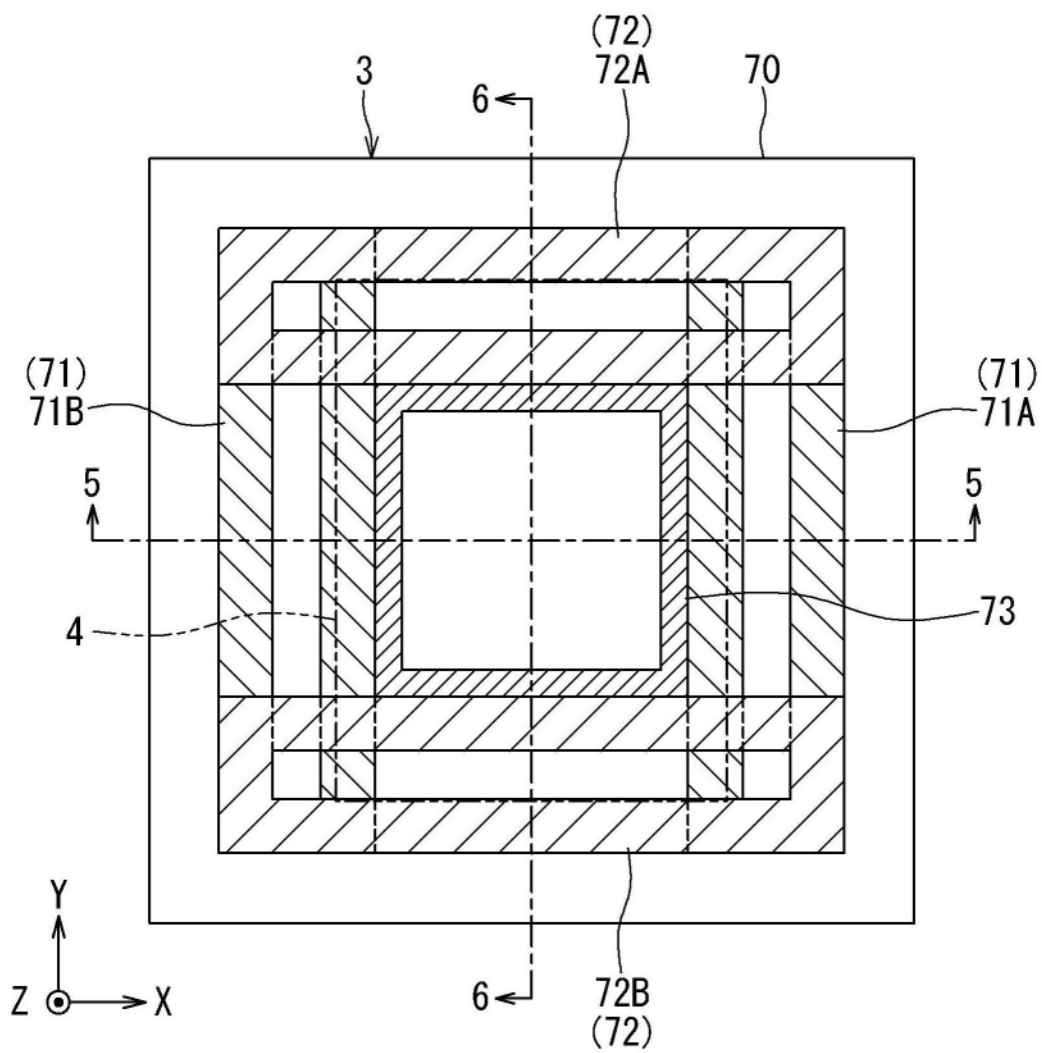


图4

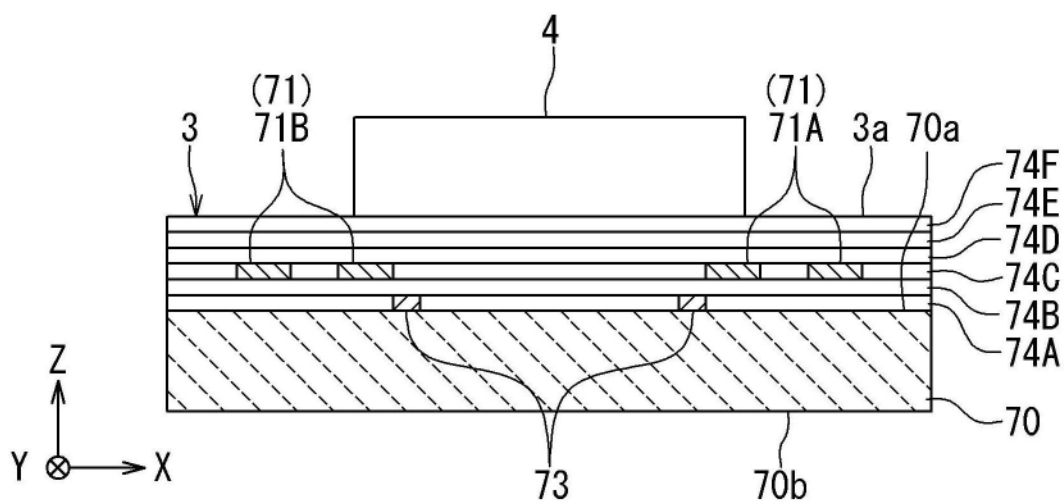


图5

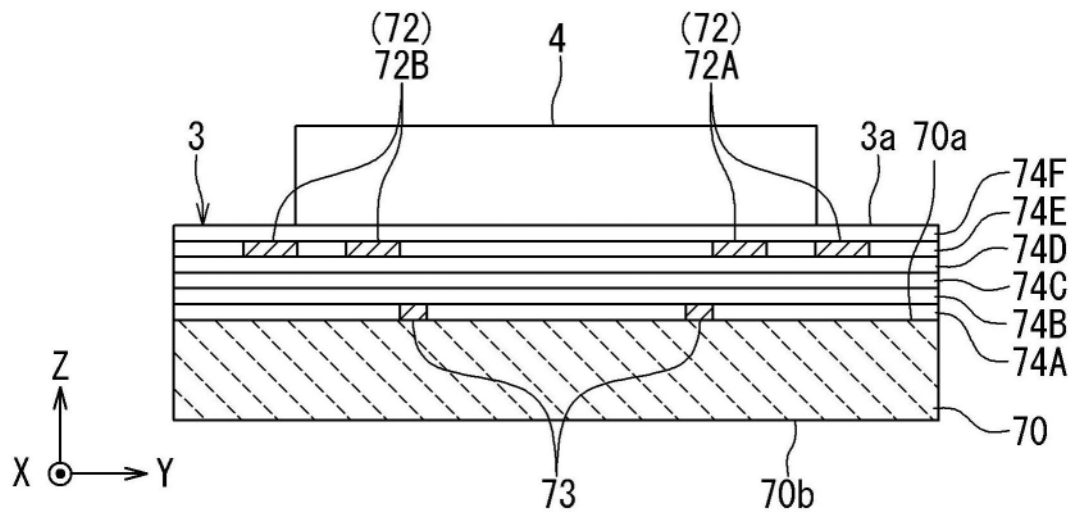


图6

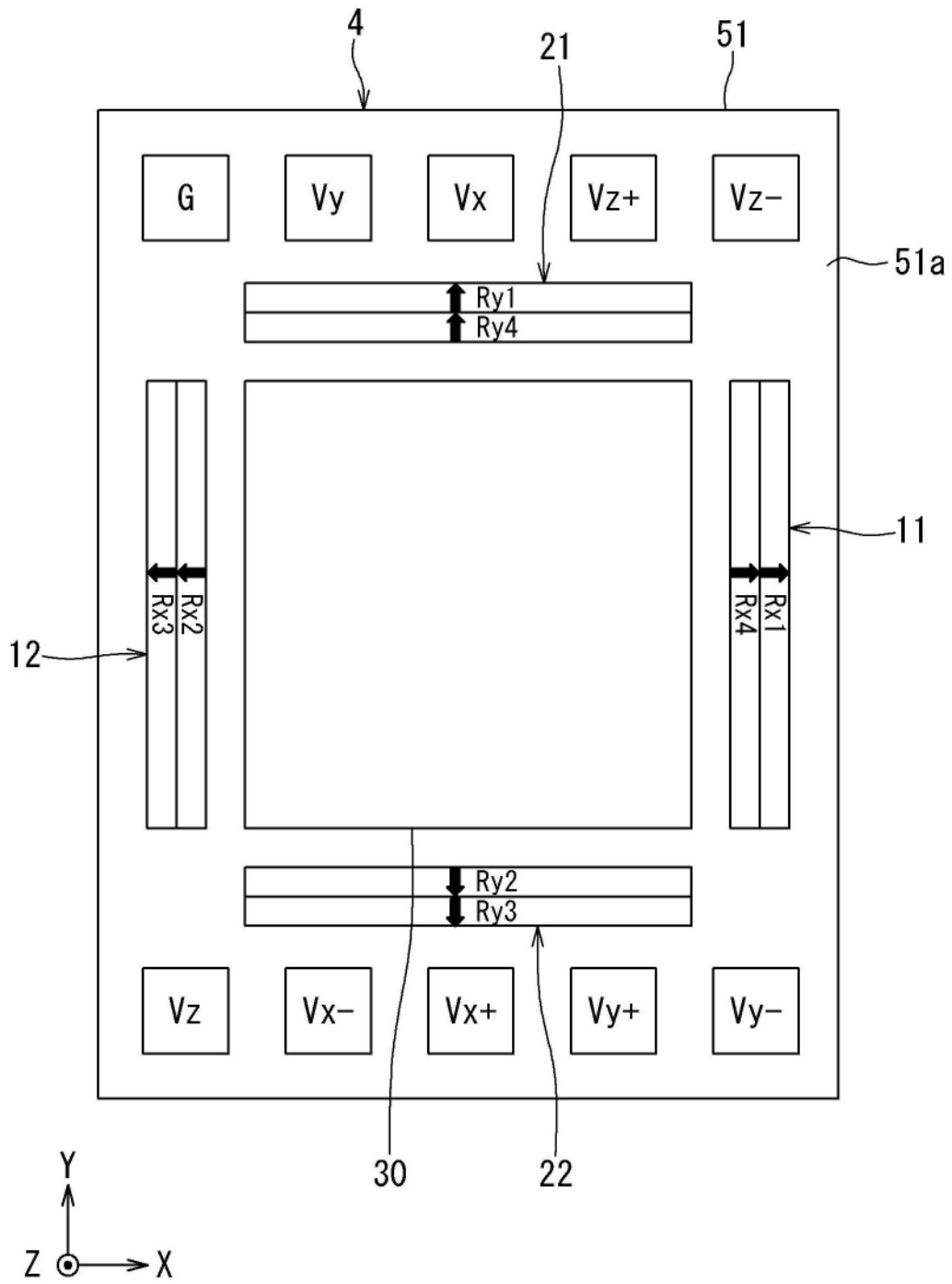


图7

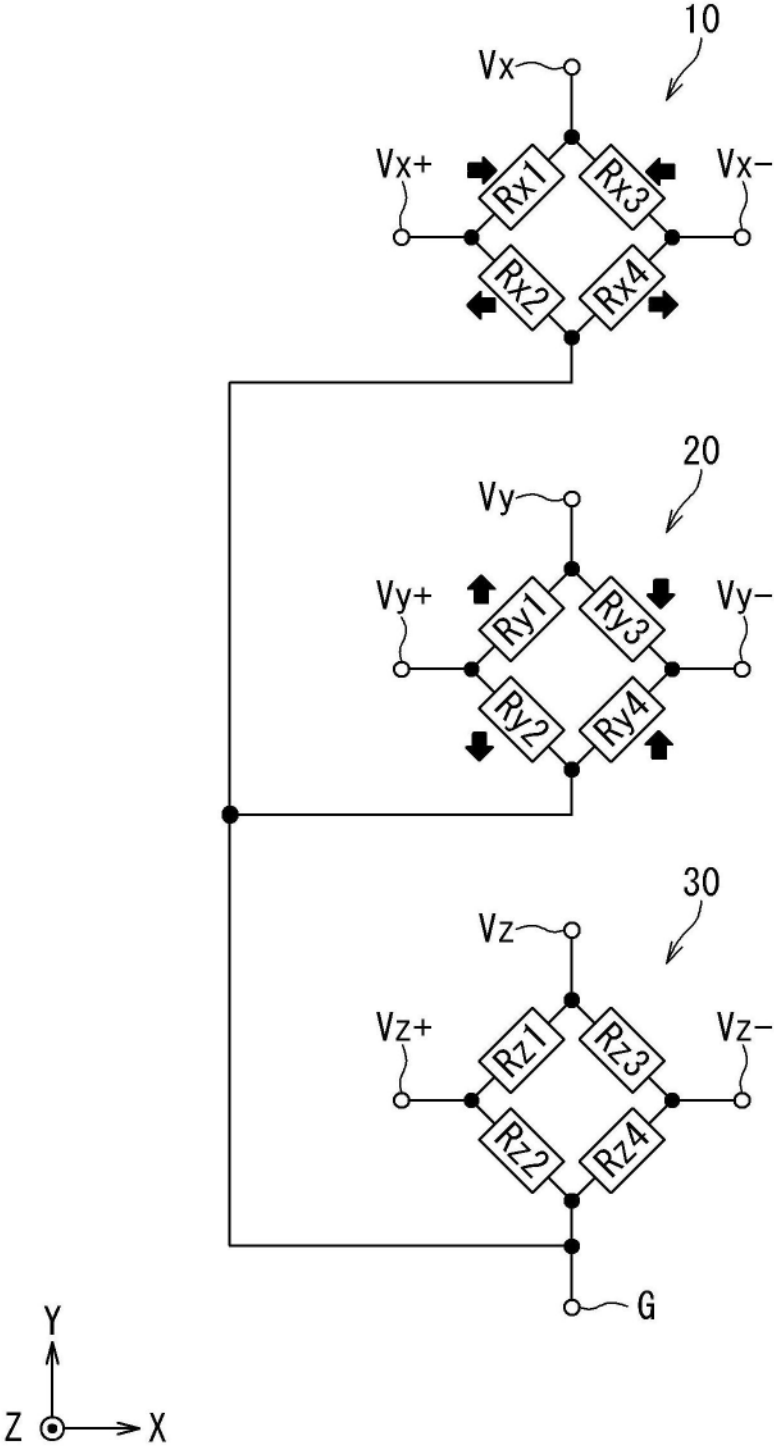


图8

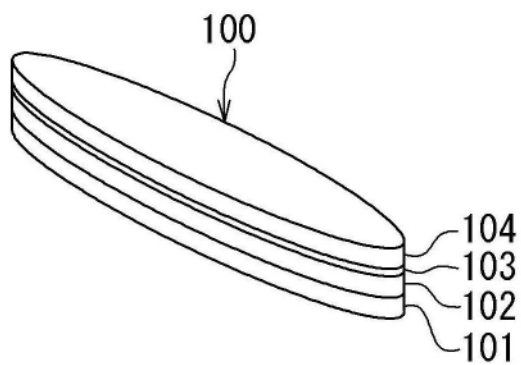


图9

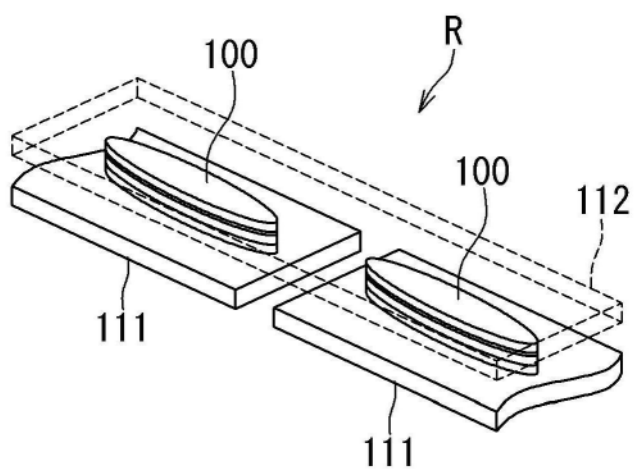


图10

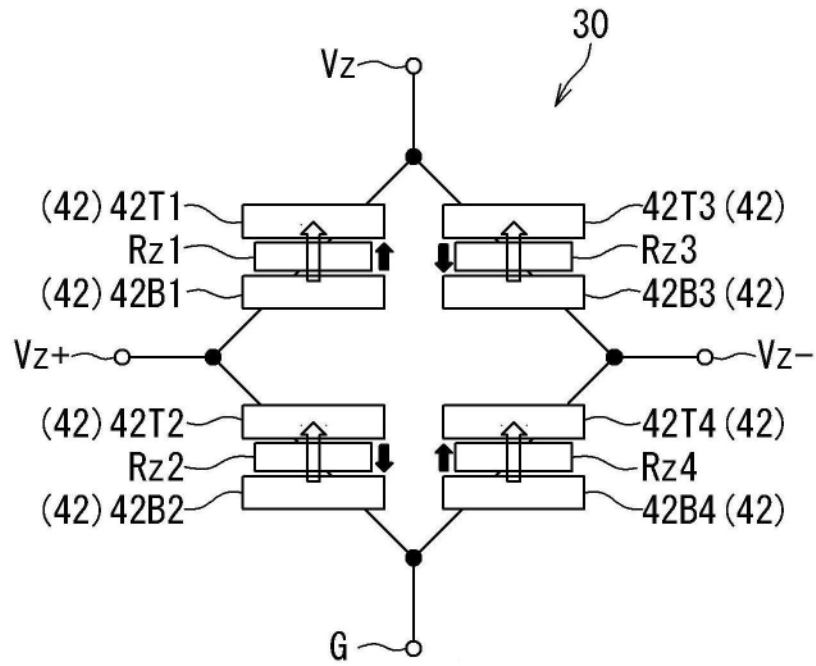


图11

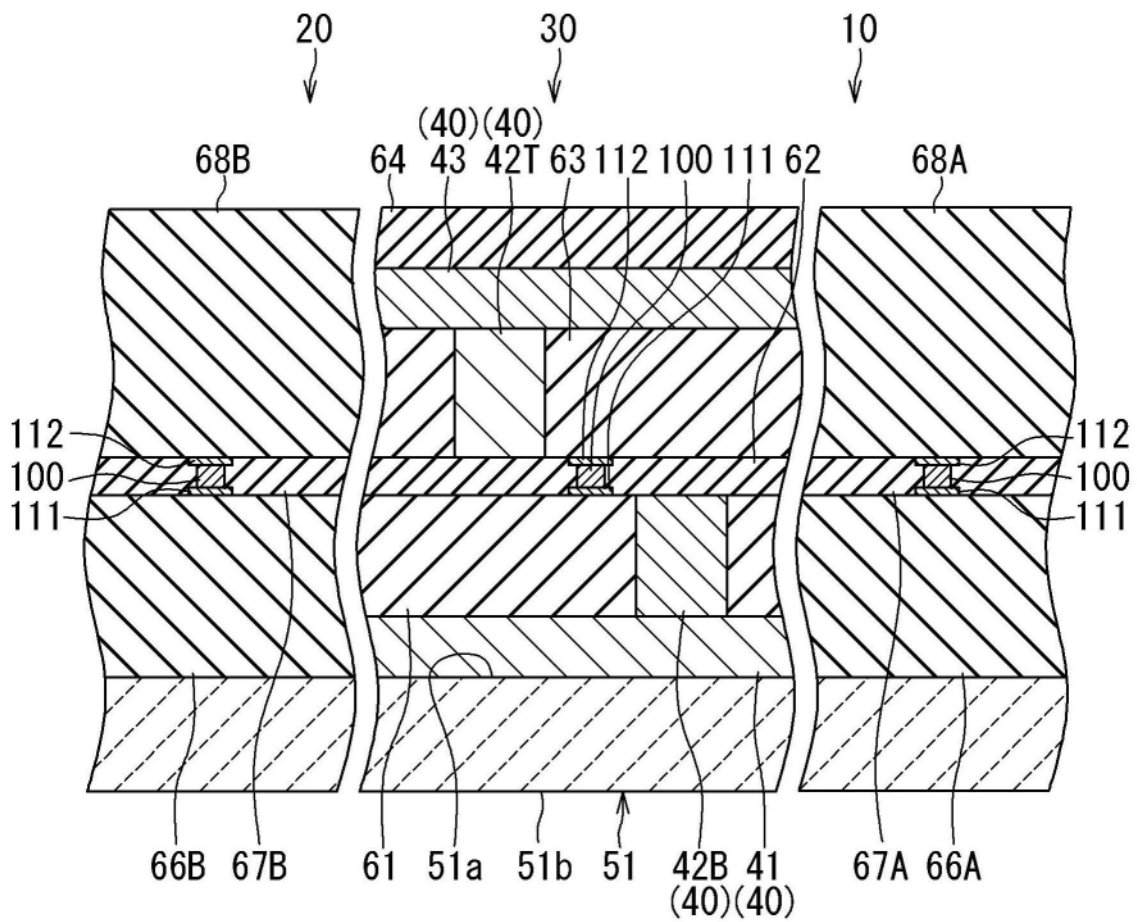


图12

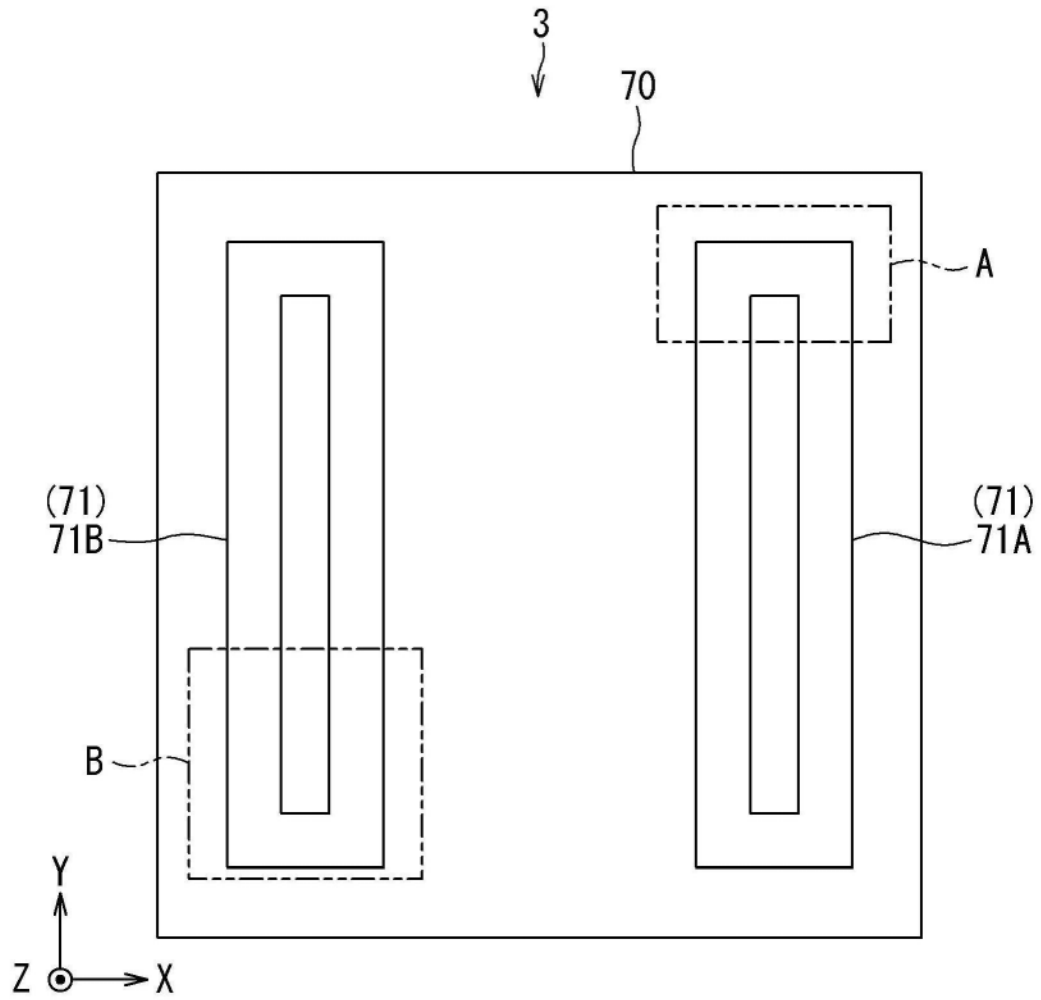


图13

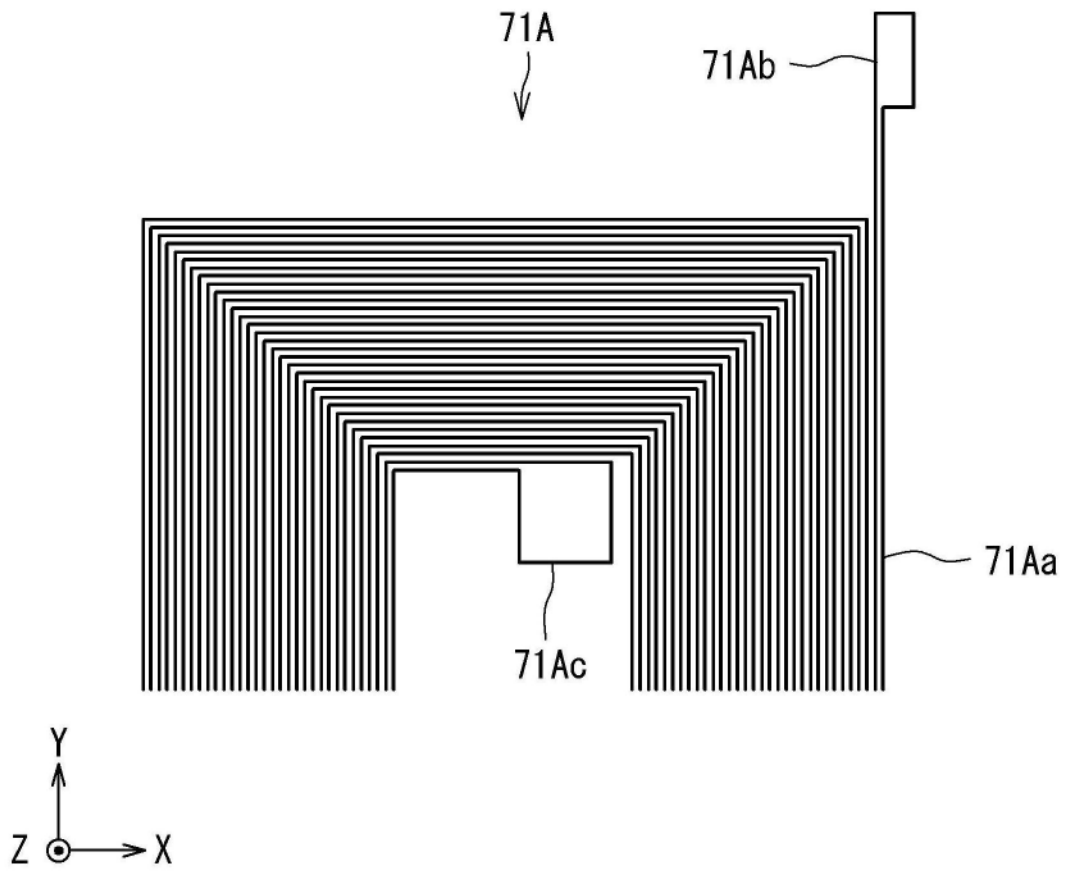


图14

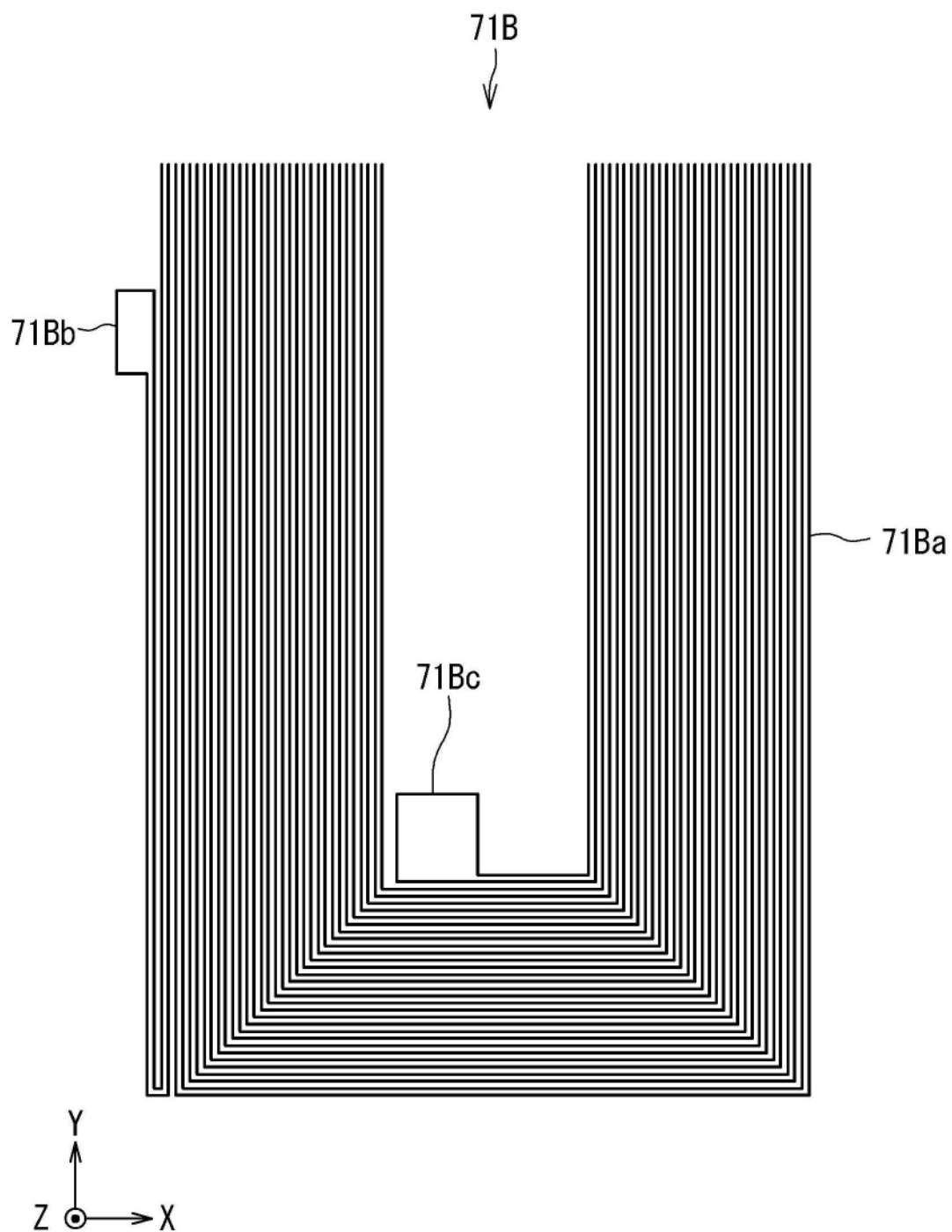


图15

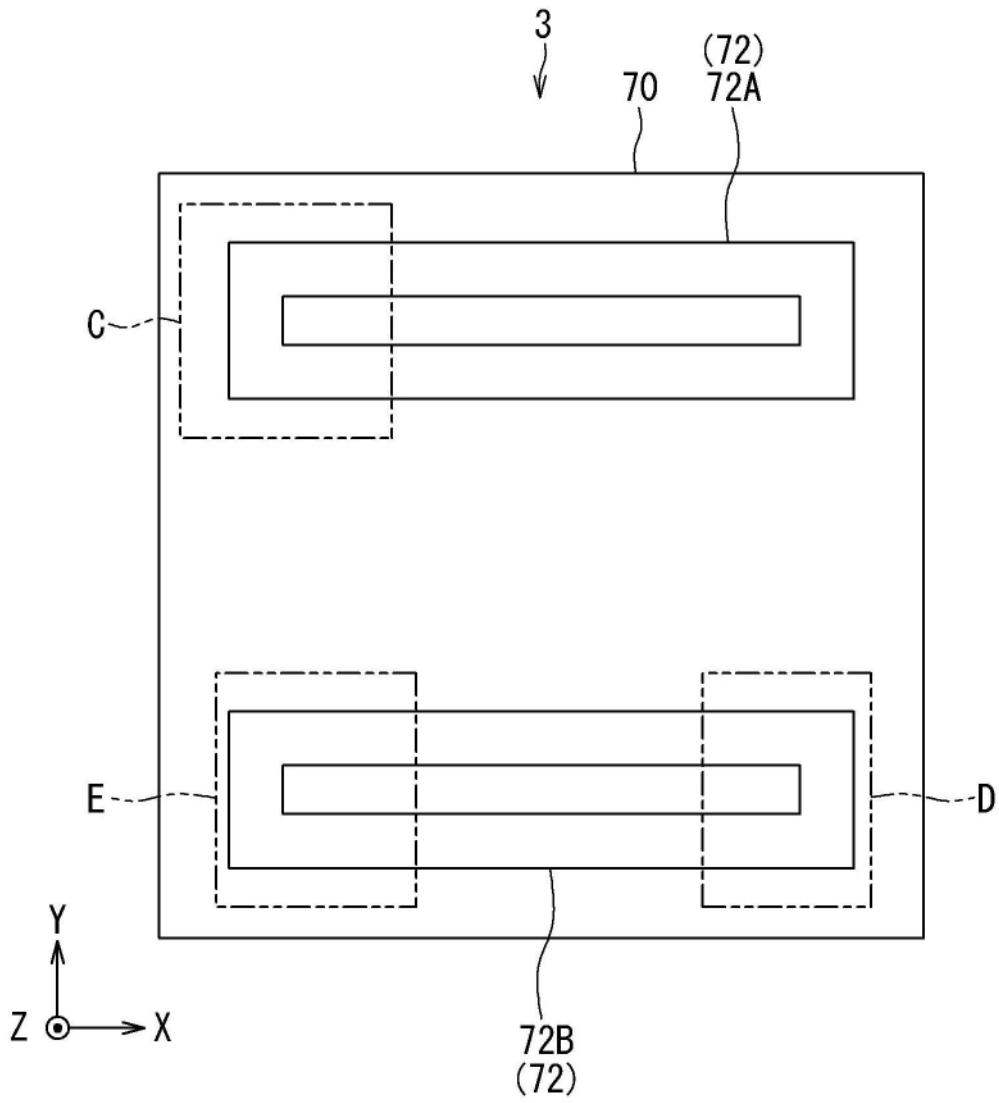


图16

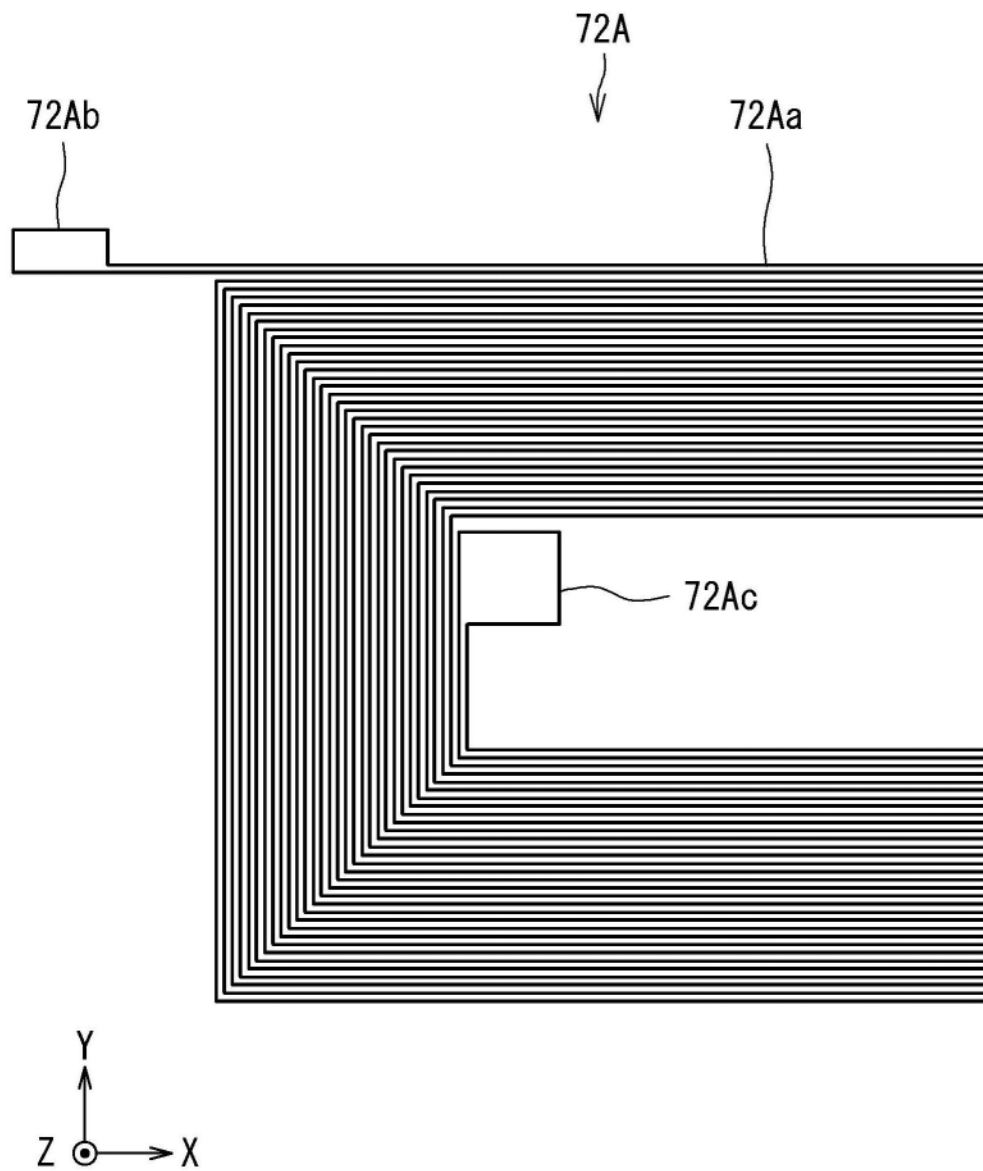


图17

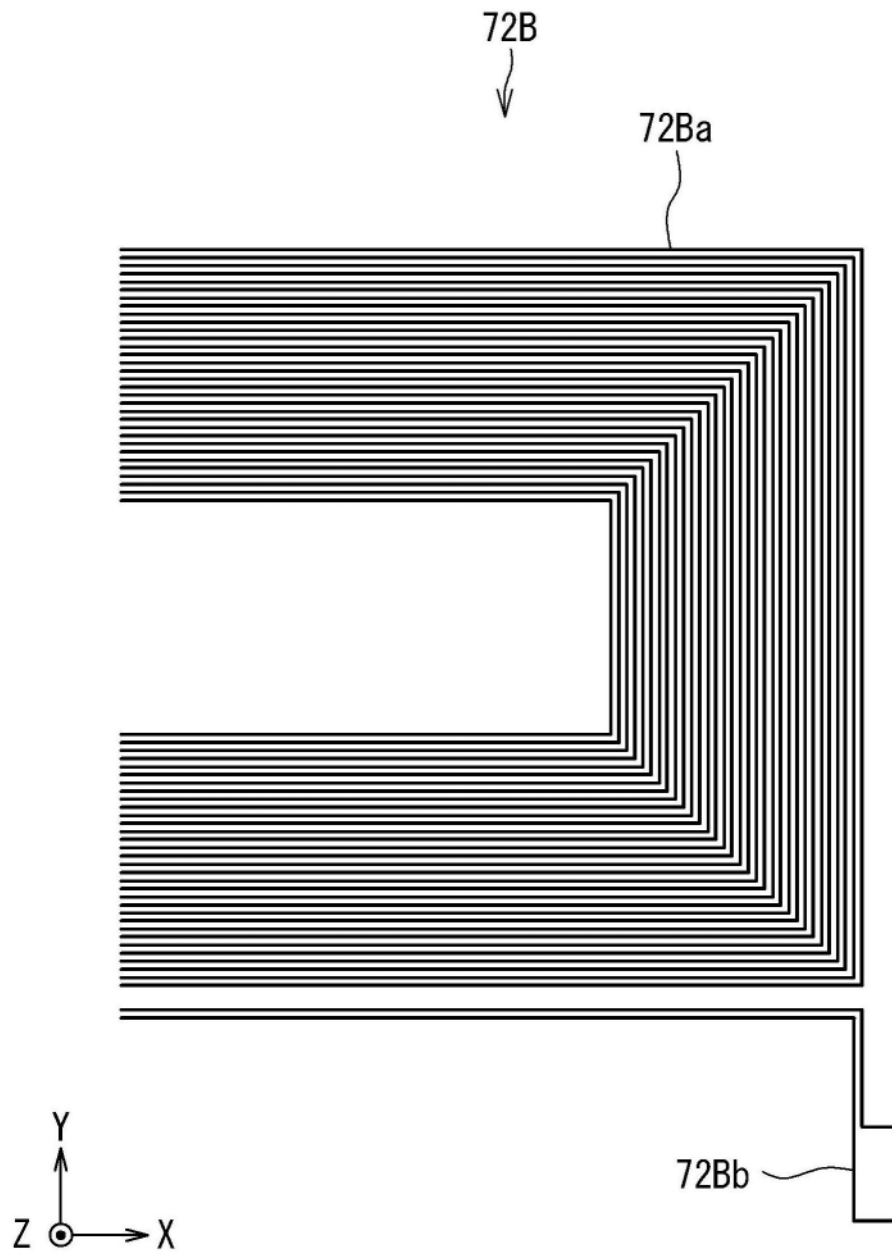


图18

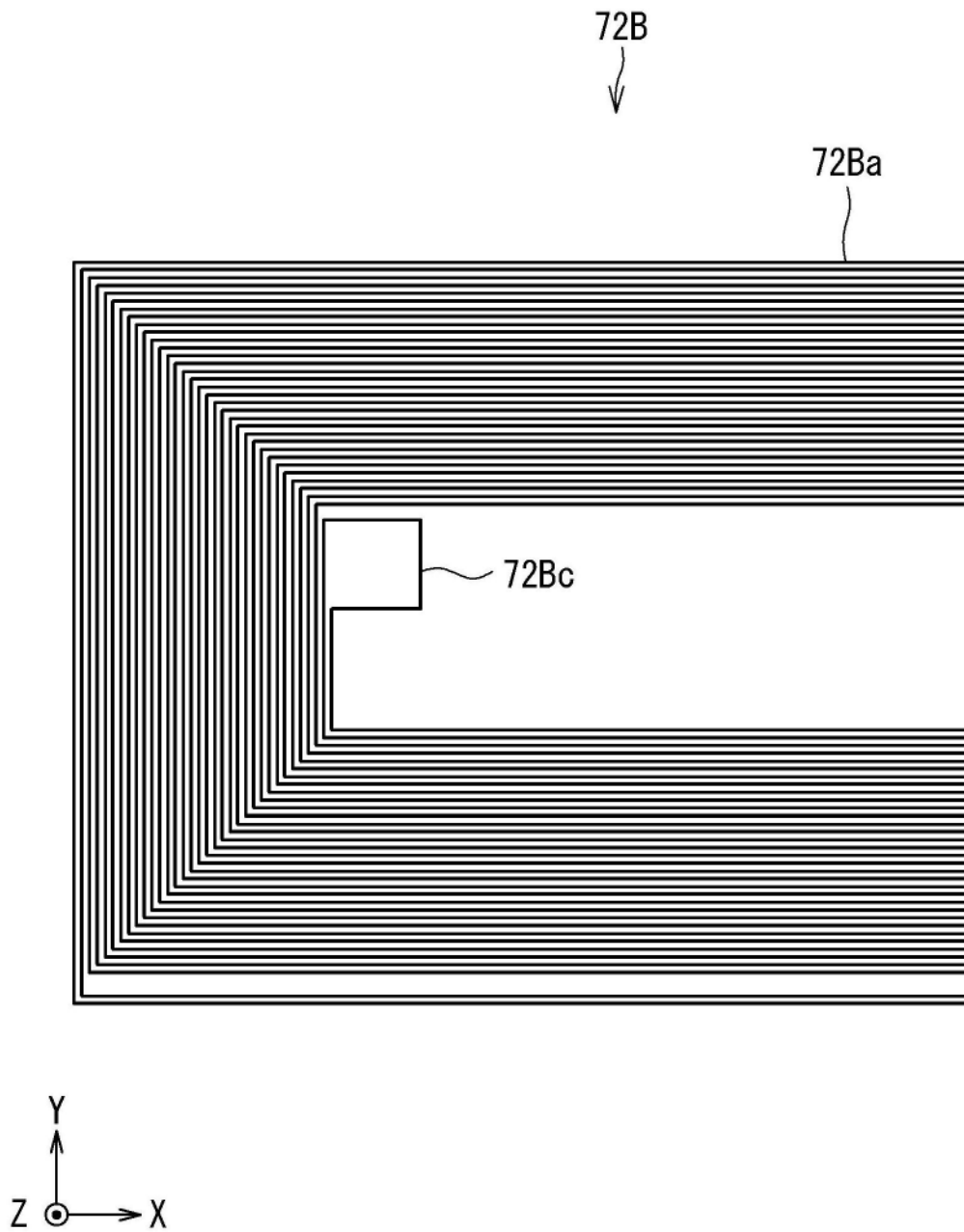


图19

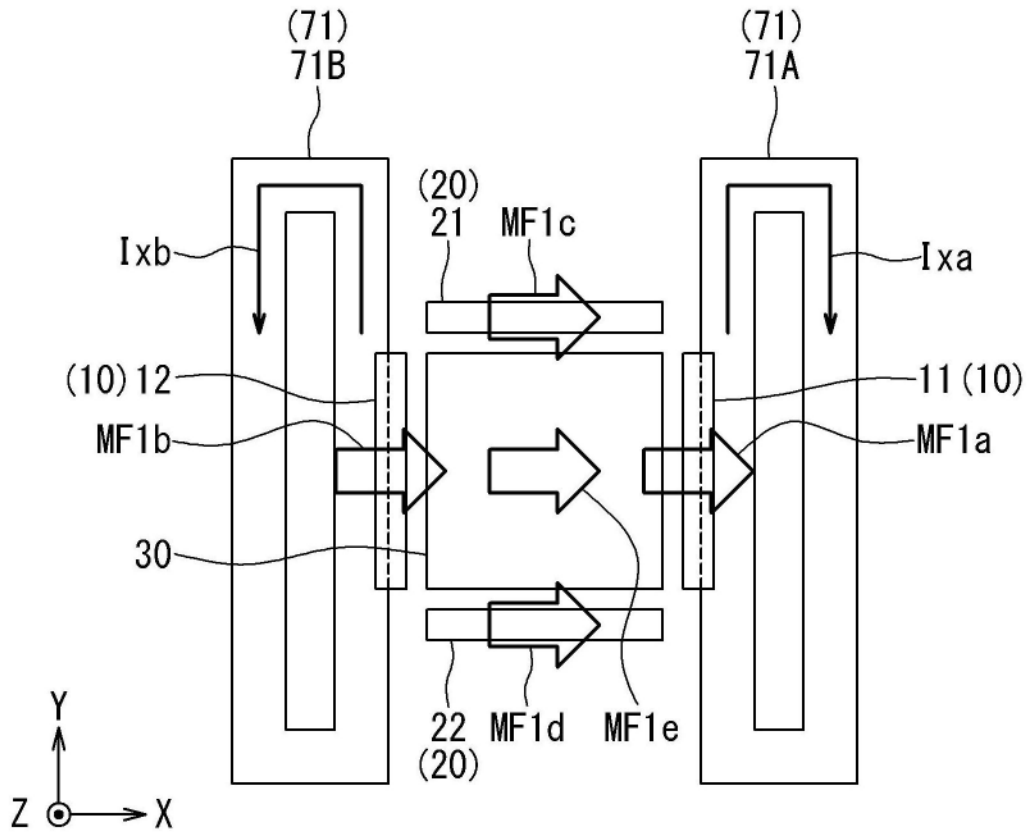


图20

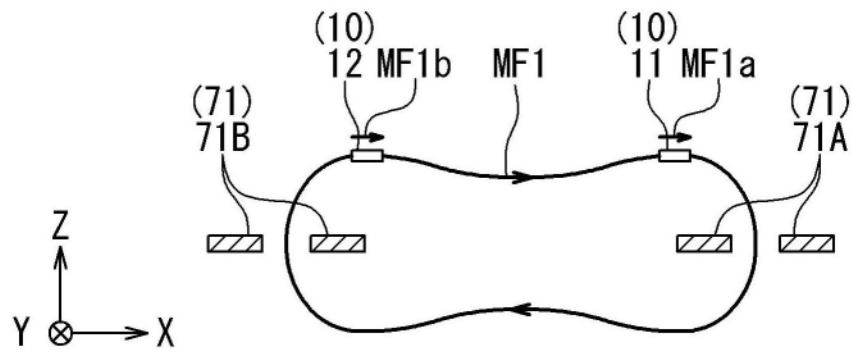


图21

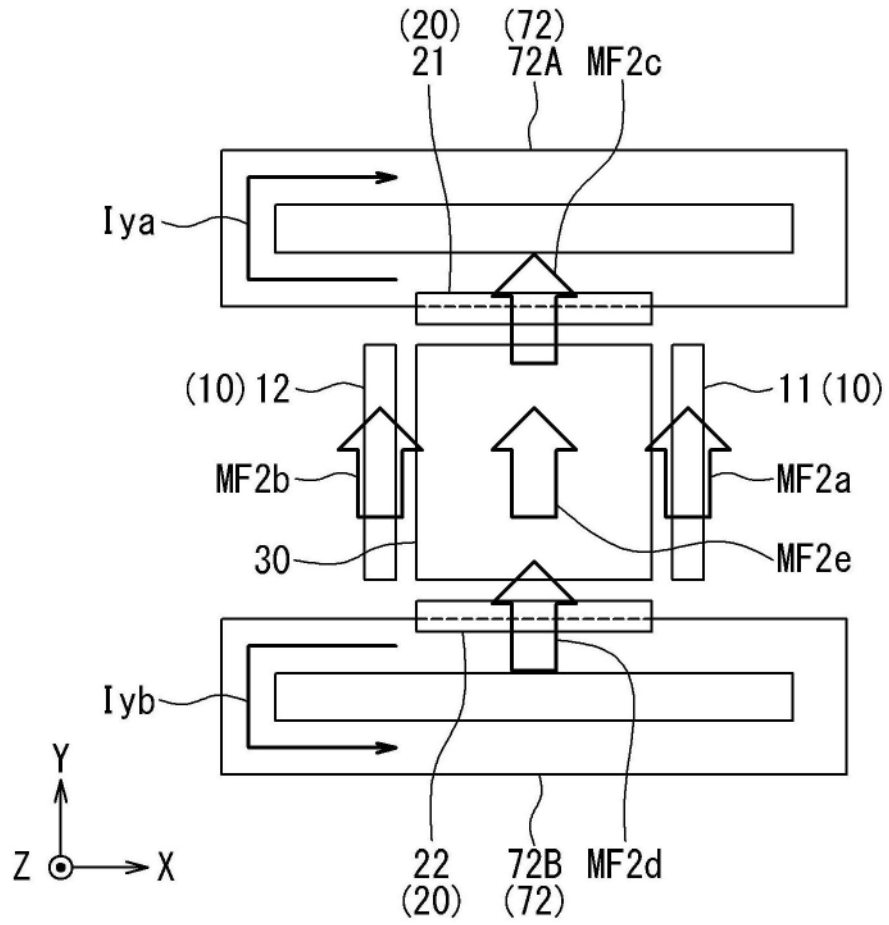


图22

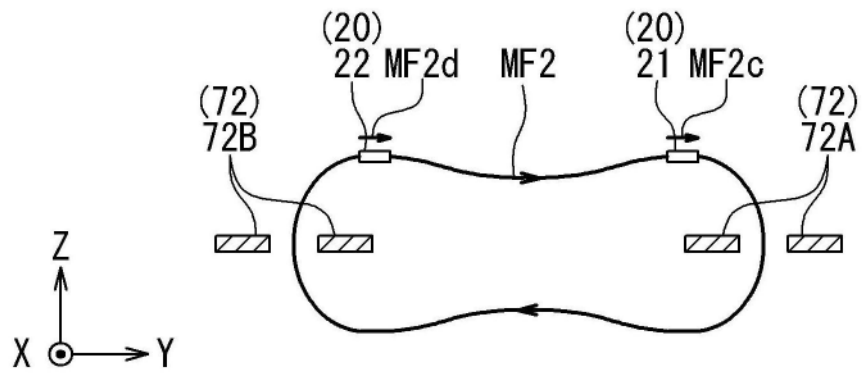


图23

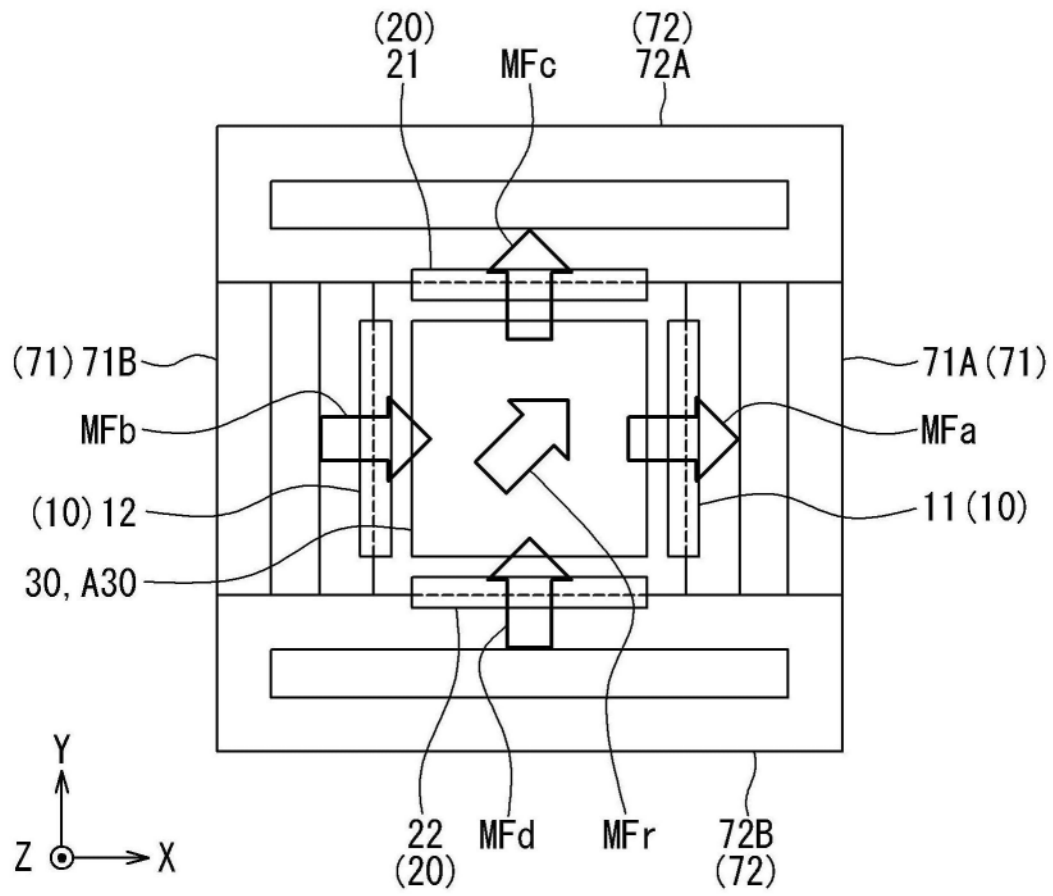


图24

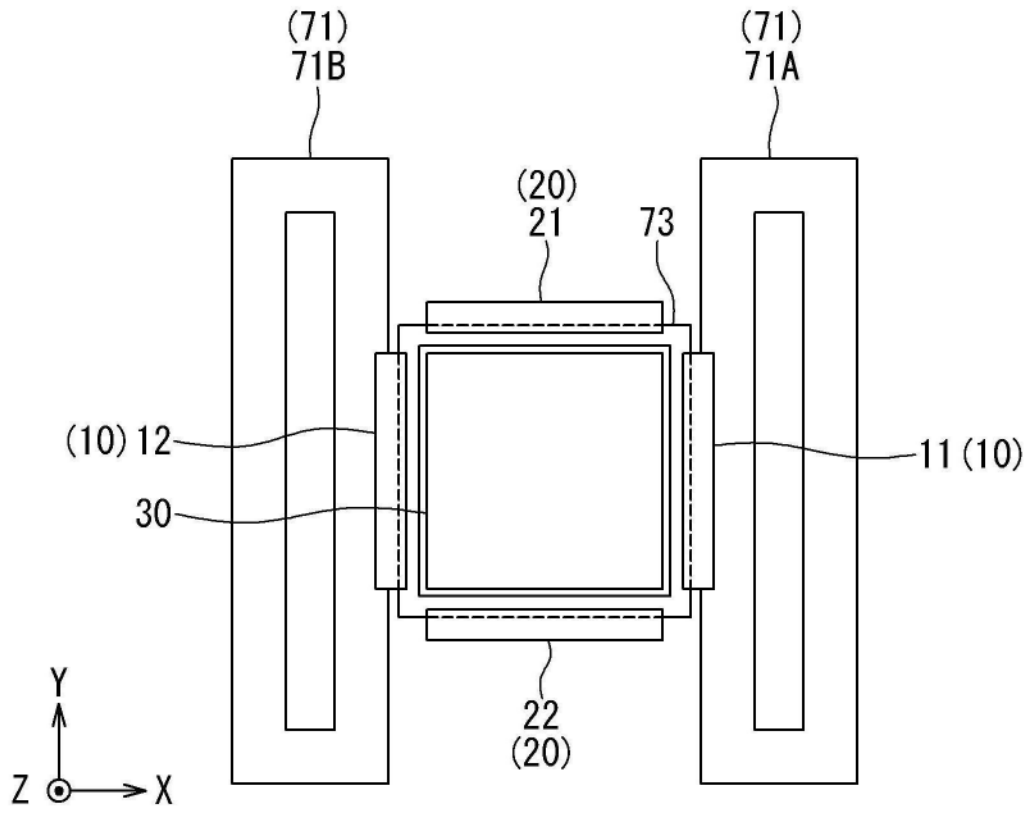


图25

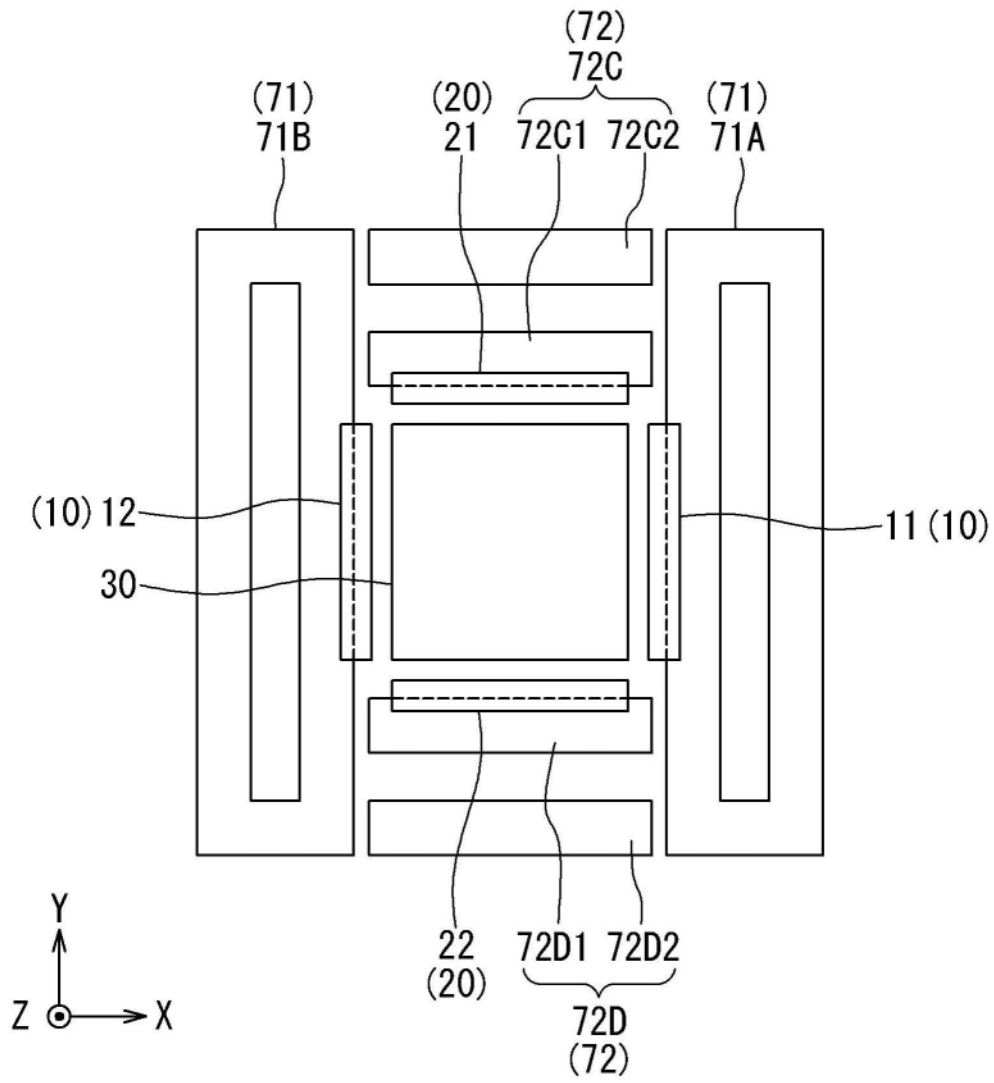


图26

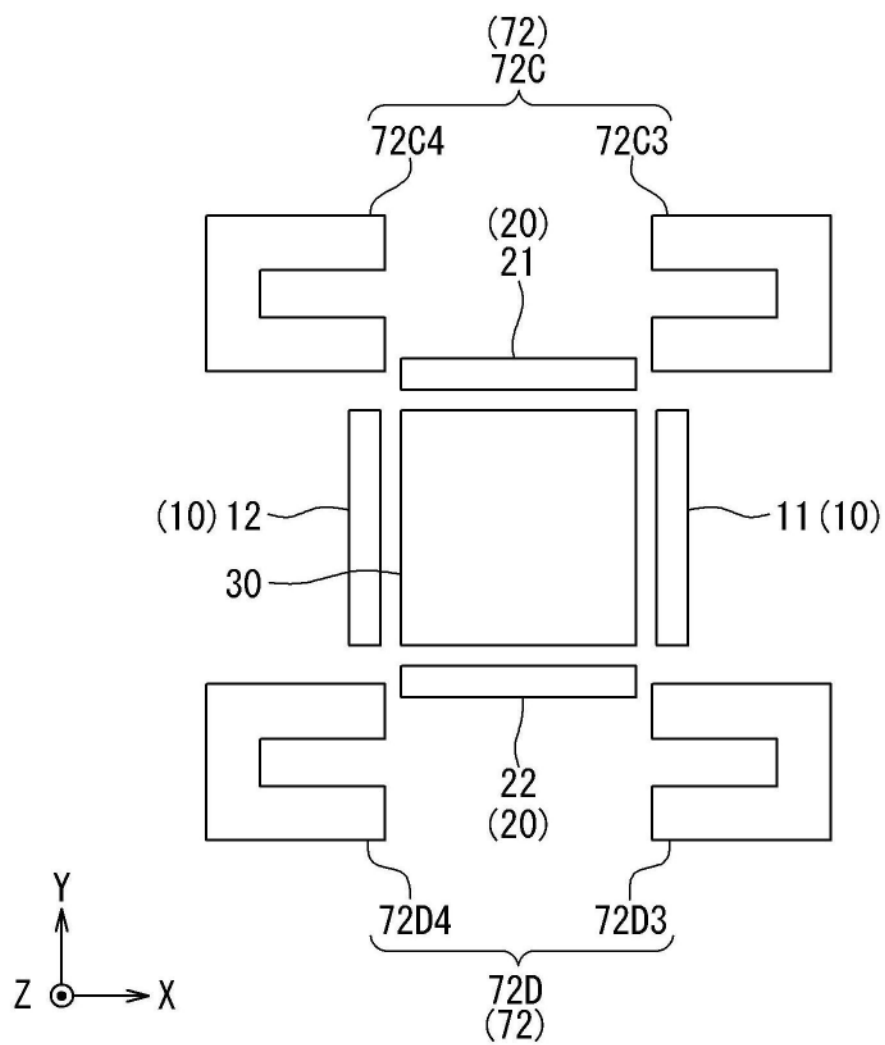


图27

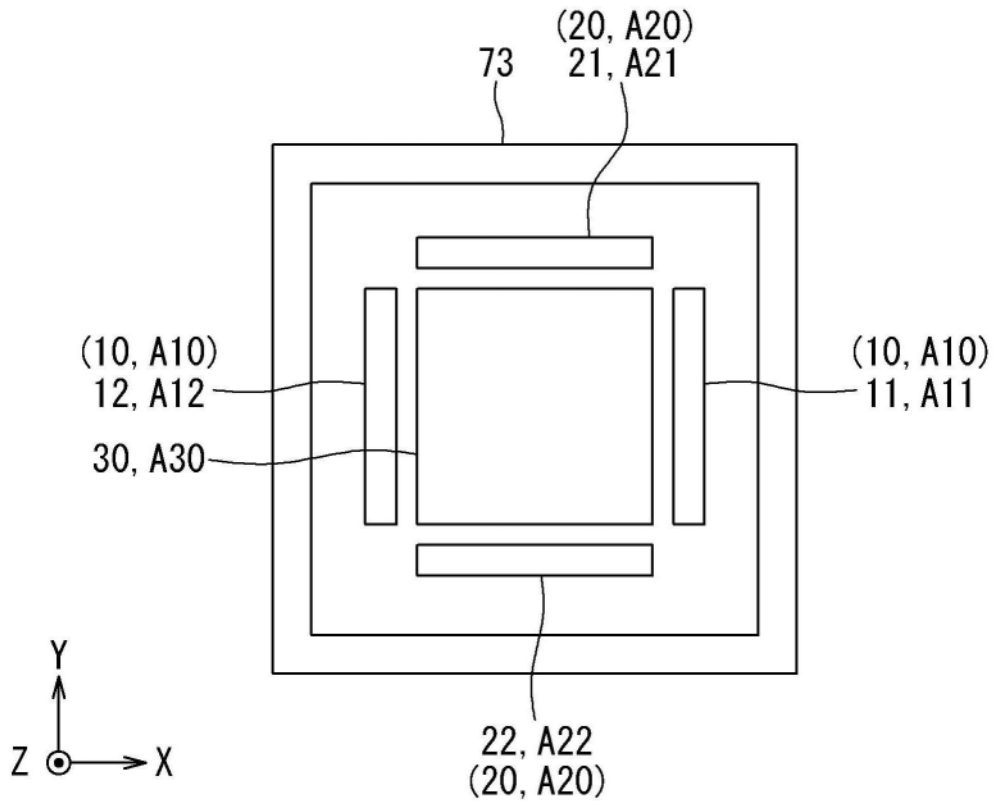


图28

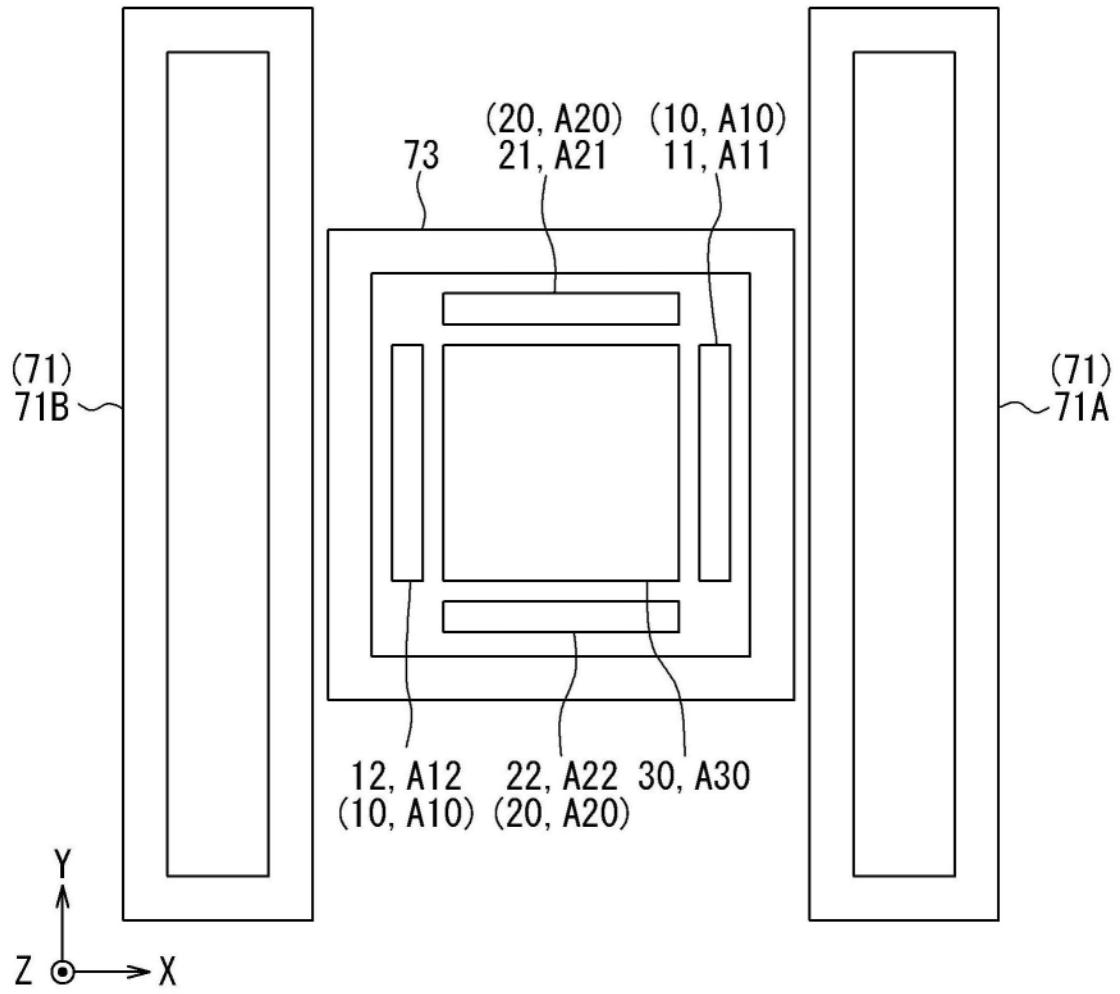


图29

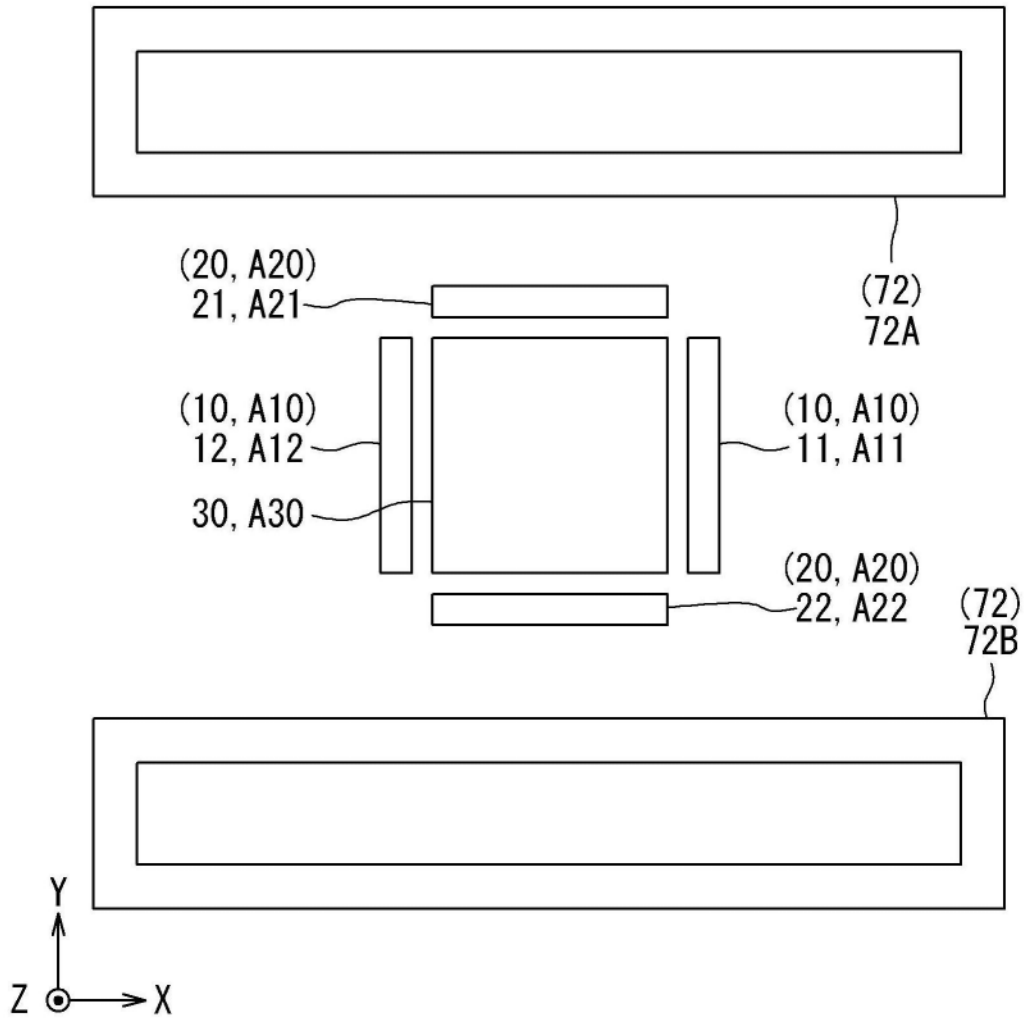


图30

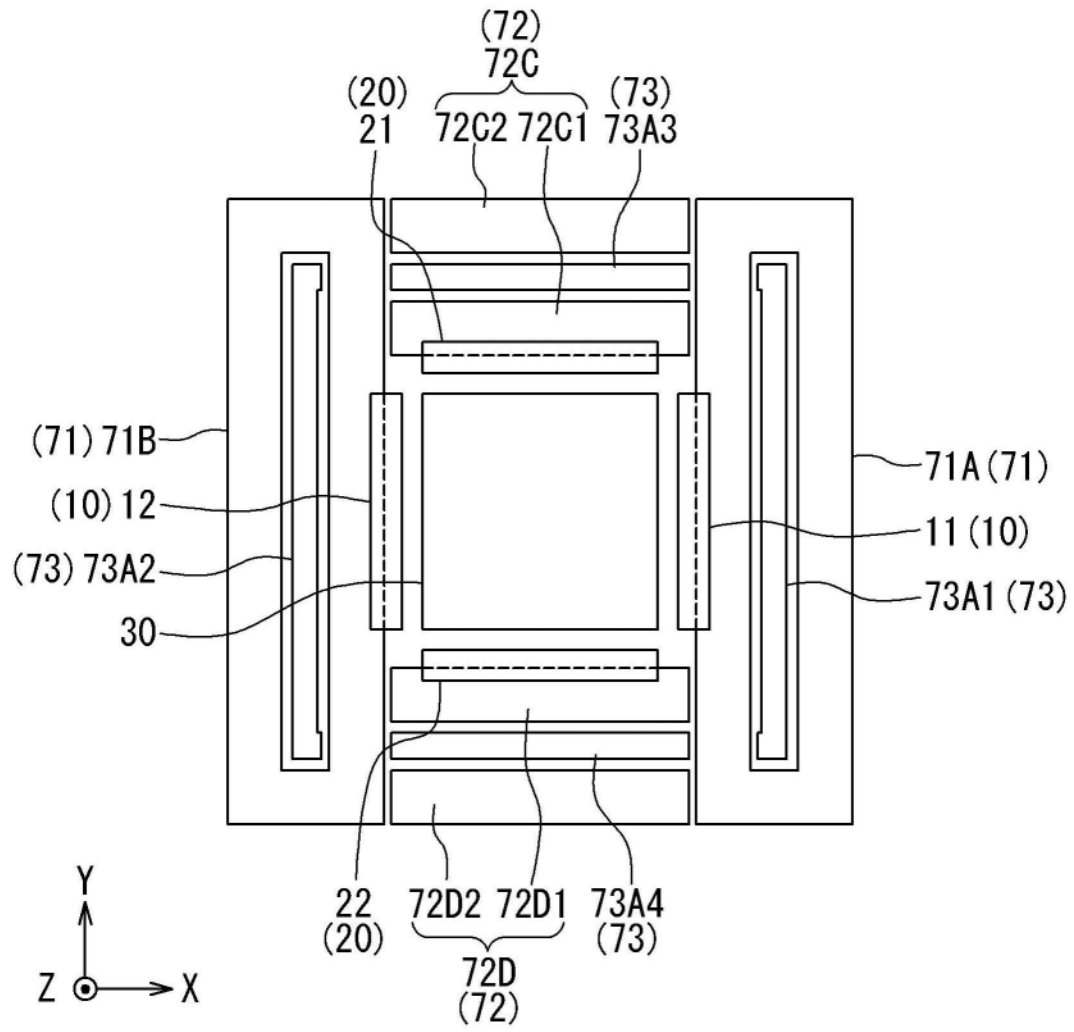


图32

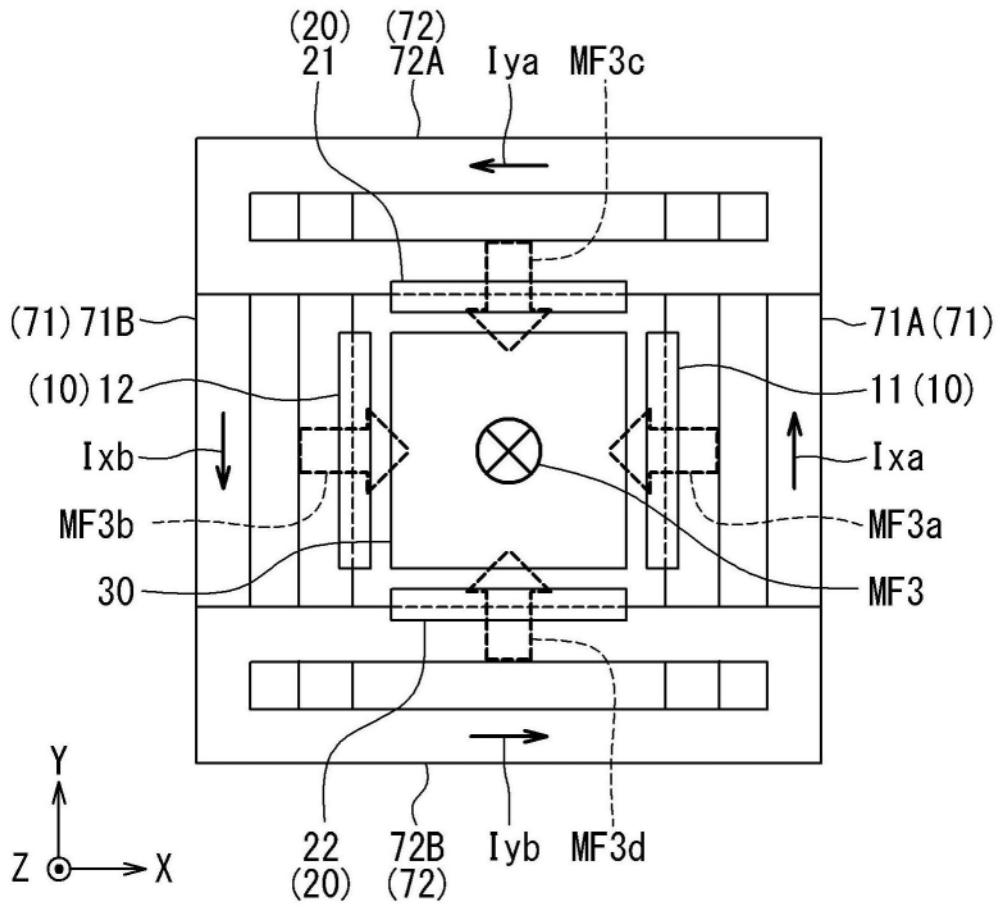


图34