(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105934677 B
(45)授权公告日 2019.09.27

(21)申请号 201480066239.7

(22)申请日 2014.12.03

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105934677 A

(43)申请公布日 2016.09.07

(30)优先权数据
2013-253353 2013.12.06 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.06.03

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2014/002642 2014.12.03

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/082980 EN 2015.06.11

(73)专利权人 丰田自动车株式会社
地址 日本爱知县

(72)发明人 中山航 后藤健志

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所 11247
代理人 张鲁滨 马江立

(51)Int.Cl.
G01R 15/14(2006.01)
H02M 1/00(2007.01)
G01R 15/20(2006.01)

(56)对比文件
JP 特开2001-272422 A,2001.10.05,
US 6459255 B1,2002.10.01,
JP 特开2005-341693 A,2005.12.08,
US 2007/0170533 A1,2007.07.26,
CN 101682270 A,2010.03.24,
JP 特开2010-266290 A,2010.11.25,
JP 特开2011-80970 A,2011.04.21,
WO 2013/005458 A1,2013.01.10,
JP 特开2006-58120 A,2006.03.02,
JP 特开2007-147565 A,2007.06.14,
WO 2013/005459 A1,2013.01.10,说明书第0031-0044、0045-0056段以及附图附图4A、4B、7.
CN 102159955 A,2011.08.17,

审查员 张虹

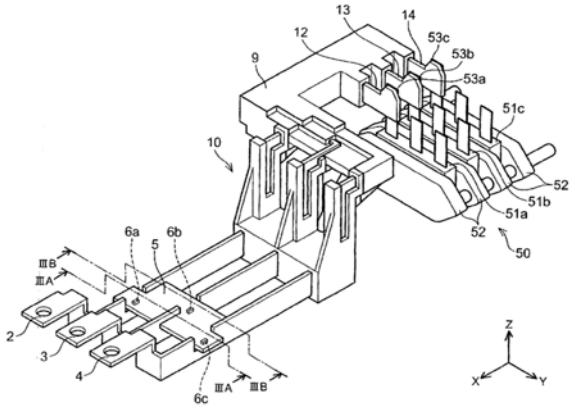
权利要求书1页 说明书11页 附图12页

(54)发明名称

汇流条模块

(57)摘要

一种配备有电流传感器的汇流条模块包括第一汇流条、第二汇流条、基板和第一磁电式换能器。所述第一汇流条具有第一凹口。所述第二汇流条具有第二凹口并且配置成与所述第一汇流条平行。所述第二凹口设置于在所述第一汇流条的延伸方向上与所述第一凹口不同的位置处。所述基板与所述第一凹口和所述第二凹口两者嵌合。此外,所述基板被夹在所述第一汇流条和所述第二汇流条的彼此对向的侧面之间。所述第一磁电式换能器配置在所述第一凹口的内侧并固定在所述基板上。



CN 105934677 B

1.一种配备有电流传感器的汇流条模块,所述汇流条模块的特征在于包括:

具有第一凹口的第一汇流条;

具有第二凹口的第二汇流条,所述第二汇流条配置成与所述第一汇流条平行,并且所述第二凹口设置于在所述第一汇流条的延伸方向上与所述第一凹口不同的位置处;

与所述第一凹口和所述第二凹口两者嵌合的基板,所述基板被夹在所述第一汇流条和所述第二汇流条的彼此对向的侧面之间并与所述侧面靠接,所述基板在垂直于所述第一汇流条的延伸方向上覆盖整个所述第一凹口和整个所述第二凹口;以及

配置在所述第一凹口的内侧并固定在所述基板上的第一磁电式换能器。

2.根据权利要求1所述的汇流条模块,其特征在于,

在第一截面视图中,所述第一磁电式换能器配置在经过所述第二汇流条的截面的中心并沿所述第一汇流条和所述第二汇流条的排列方向延伸的直线上,

所述第一截面是经过所述第一磁电式换能器并与所述延伸方向垂直的截面。

3.根据权利要求1或2所述的汇流条模块,其特征在于,

所述第一汇流条和所述第二汇流条中的每一者都具有扁平截面,并且所述第一汇流条和所述第二汇流条中的每一者都具有第一侧面和第二侧面,

所述第一侧面比所述第二侧面宽,

所述第一汇流条和所述第二汇流条配置成彼此平行以使得相应的所述第一侧面彼此对向,

所述第一凹口设置在所述第一汇流条的所述第二侧面上,并且

所述第二凹口设置在所述第二汇流条的与所述第一凹口位于相同侧的所述第二侧面上。

4.根据权利要求1或2所述的汇流条模块,其特征在于,

在第一截面视图中,所述第一汇流条的截面积小于所述第二汇流条的截面积,

所述第一截面是经过所述第一磁电式换能器并与所述延伸方向垂直的截面。

5.根据权利要求1或2所述的汇流条模块,其特征在于还包括配置在所述第二凹口的内侧并固定在所述基板上的第二磁电式换能器。

6.一种配备有电流传感器的汇流条模块,所述汇流条模块的特征在于包括:

具有呈曲柄形状的第一弯曲部的第一汇流条;

具有呈曲柄形状的第二弯曲部的第二汇流条,所述第二汇流条配置成与所述第一汇流条平行,并且所述第二弯曲部设置于在所述第一汇流条的延伸方向上与所述第一弯曲部不同的位置处;

与所述第一弯曲部和所述第二弯曲部两者嵌合的基板,所述基板被夹在所述第一汇流条和所述第二汇流条的彼此对向的侧面之间并与所述侧面靠接,所述基板在垂直于所述第一汇流条的延伸方向上覆盖整个所述第一弯曲部和整个所述第二弯曲部;

配置在所述第一弯曲部的内侧并且固定在所述基板上的第一磁电式换能器;和

配置在所述第二弯曲部的内侧并且固定在所述基板上的第二磁电式换能器。

汇流条模块

技术领域

[0001] 本发明涉及一种包括多个汇流条的汇流条模块。具体地，本发明涉及一种包括电流传感器的汇流条模块。

背景技术

[0002] 使用大电流的电动车辆在用于向驱动电机输出电力的电力变换装置中采用汇流条模块。电力变换装置包括用于将电池的直流电力变换为三相交流电力的逆变器线路。由于电动车辆的电力变换装置使用大电流，所以采用汇流条模块来传输逆变器线路的三相输出。用于传输三相输出的汇流条模块具有彼此平行地延伸的三个汇流条。

[0003] 电力变换装置通常包括用于监测三相输出电流的电流传感器。由于输出电流经由汇流条传输，所以电流传感器可安装在汇流条上。常规的典型电流传感器由包围汇流条的C形磁芯和配置在磁芯的间隙中的磁电式换能器构成。磁芯聚集由于流经汇流条的电流而在汇流条周围产生的磁通量。这样由磁芯聚集的磁通量通过设置在磁芯的间隙中的磁电式换能器。磁电式换能器检测通过其中的磁通量的磁通密度。由于电流与磁通密度具有唯一的对应关系，所以检测出的磁通密度对应于流经汇流条的电流的大小。

[0004] 近年来，磁电式换能器的灵敏度已提高，并且已研发了仅包括磁电式换能器而不带有磁芯的电流传感器。这种电流传感器是紧凑的，因为其中未设置磁芯。然而，在不带磁芯的情况下，灵敏度通常不足。

[0005] 鉴于这一点，国际公报WO2013/005459和日本专利申请公报No.2001-74783(JP 2001-74783 A)中已提出了一种用于提高不带磁芯的电流传感器的灵敏度的技术。WO2013/005459和JP 2001-74783 A的技术如下。WO2013/005459和JP 2001-74783 A的技术涉及一种用于测量流经与汇流条模块相似地平行配置的汇流条的电流的电流传感器。各汇流条设置有曲柄形的弯折部，并且磁电式换能器配置在该弯折部中。彼此平行的汇流条的弯折部在汇流条的延伸方向上设置在不同位置处。因此，磁电式换能器在该延伸方向上也配置在彼此不同的位置处。由于磁电式换能器的位置在汇流条的延伸方向上不同，所以汇流条的曲柄形的弯折部不影响配置在其它汇流条中的磁电式换能器。亦即，WO2013/005459和JP 2001-74783 A的技术防止了用于测量汇流条的磁场的磁电式换能器的SN比在其相邻的汇流条的曲柄形的弯折部的影响下下降。

[0006] 此外，WO2013/005459记载了将配置在各个汇流条中的磁电式换能器安装在一个基板上。基板中设置有缝，汇流条从该缝中穿过。

[0007] 此外，在JP 2001-74783A中，汇流条11的布局被确定成使得从与要通过磁电式换能器测量的目标汇流条10相邻的汇流条11产生的磁通量平行于磁电式换能器的磁感应面。因此，从汇流条11产生的磁通密度难以贯穿磁电式换能器的磁感应面。这可以抑制汇流条11对磁电式换能器的影响。

发明内容

[0008] 在不具有磁芯的电流传感器中，如果磁电式换能器未设置在相对于汇流条的正确位置，则电流测量的精度下降。本说明书提供一种汇流条模块，该汇流条模块改进了常规技术，抑制了从相邻的汇流条产生的磁场的影响，并且通过精确地确保汇流条和磁电式换能器的相对位置而提高了电流测量的精度。

[0009] 本说明书中公开的汇流条模块具有以下构型。所述汇流条模块包括第一汇流条、第二汇流条、基板和第一磁电式换能器。所述第一汇流条具有第一凹口。所述第二汇流条具有第二凹口，并且所述第二汇流条配置成与所述第一汇流条平行。所述第二凹口设置于在所述第一汇流条的延伸方向上与所述第一凹口不同的位置处。所述基板与所述第一凹口和所述第二凹口两者嵌合。所述基板被夹在所述第一汇流条和所述第二汇流条的彼此对向的侧面之间。所述第一磁电式换能器配置在所述第一凹口的内侧并固定在所述基板上。

[0010] 在上述汇流条模块中，基板确保第一汇流条和第二汇流条就两个方向而言的正确的相对位置。这两个方向表示汇流条的延伸方向和汇流条的排列方向。这里，“延伸方向”是作为长形金属板(棒)的汇流条的纵向，并且表示电流流动方向。此外，“排列方向”是与该延伸方向垂直的方向，并且表示第一汇流条和第二汇流条排列的方向。此外，通过将磁电式换能器设置在基板中，确保了磁电式换能器和汇流条的正确相对位置。于是，汇流条模块的电流测量精度提高。此外，在该汇流条模块中，一个基板被组装在多个汇流条上，从而多个汇流条相对于磁电式换能器的位置被确定。因此，利用汇流条模块的简单组装操作，能获得高的相对位置精度。

[0011] 此外，凹口减小了汇流条的截面积。当汇流条的截面积减小时，电流密度提高。已知当电流密度提高时，汇流条周围由于电流而引起的磁通密度提高。在上述汇流条模块中，第一汇流条构造成使得电流路径由于第一凹口而变窄以提高磁通密度，并且与其相邻的第二汇流条构造成使得第二凹口设置于在延伸方向上与第一凹口不同的位置处。因此，在第一汇流条中抑制了从第二汇流条产生的磁通量的影响(亦即，噪声)。

[0012] 磁电式换能器和汇流条的高定位精度能通过凹口以外的部分来实现。例如，高定位精度能由曲柄形的弯曲部实现。本说明书中记载的汇流条模块的另一方面具有以下结构。所述汇流条模块包括第一汇流条、第二汇流条、基板、第一磁电式换能器和第二磁电式换能器。所述第一汇流条具有呈曲柄形的第一弯曲部。所述第二汇流条具有呈曲柄形的第二弯曲部，并且所述第二汇流条配置成与所述第一汇流条平行。所述第二弯曲部设置于在所述第一汇流条的延伸方向上与所述第一弯曲部不同的位置处。所述基板与所述第一弯曲部和第二弯曲部两者嵌合。所述基板被夹在所述第一汇流条和所述第二汇流条的彼此对向的侧面之间。所述第一磁电式换能器配置在所述第一弯曲部的内侧并且固定在所述基板上。所述第二磁电式换能器配置在所述第二弯曲部的内侧并且固定在所述基板上。由于包括弯曲部，所以可以通过一个基板来获得多个汇流条和磁电式换能器的正确相对位置，与上述汇流条模块相似。

附图说明

[0013] 下面将参照附图说明本发明的示例性实施例的特征、优点及技术和工业意义，在附图中相似的附图标记表示相似的要素，并且其中：

[0014] 图1是一实施例的汇流条模块的透视图；

[0015] 图2是汇流条模块的透视图(基板被移开的状态)；

[0016] 图3A是沿图1中的线IIIA-IIIA截取的汇流条模块的截面图；

[0017] 图3B是沿图1中的线IIIB-IIIB截取的汇流条模块的截面图；

[0018] 图4是示出汇流条周围产生的磁通密度和磁电式换能器之间的关系的视图；

[0019] 图5是第一改型的汇流条(汇流条模块)的透视图；

[0020] 图6是第一改型的汇流条(汇流条模块)的截面图；

[0021] 图7是第二改型的汇流条(汇流条模块)的透视图；

[0022] 图8是第三改型的汇流条(汇流条模块)的透视图；

[0023] 图9A是当磁电式换能器配置成与汇流条的窄侧面对向时磁电式换能器的截面图；

[0024] 图9B是当磁电式换能器配置成与汇流条的宽侧面对向时磁电式换能器的截面图；

[0025] 图10是图9A的情况下和图9B的情况下磁电式换能器的相应位置处的磁通密度的模拟曲线图；

[0026] 图11是第四改型的汇流条(汇流条模块)的透视图；

[0027] 图12是第五改型的汇流条(汇流条模块)的透视图；以及

[0028] 图13是第五改型的汇流条(汇流条模块)的透视图(基本基板被移开的状态)。

具体实施方式

[0029] 第一磁电式换能器测量第一汇流条周围由于流经第一汇流条的电流而产生的磁通量(磁通密度)。通过第一磁电式换能器测出的磁通密度的大小与流经第一汇流条的电流的大小唯一地对应。因此，由通过第一磁电式换能器测出的磁通密度来获得流经第一汇流条的电流的大小。为了简化如下说明，可以将由通过第一磁电式换能器测出的磁通密度获得流经第一汇流条的电流的大小表达为“第一汇流条的电流由第一磁电式换能器测量”。

[0030] 由第一磁电式换能器测出的磁通密度包括由于流经第二汇流条的电流而引起的磁通密度。由于流经第二汇流条的电流而引起的磁通密度对于第一磁电式换能器而言是噪声。这里，已知当电流密度提高时，磁通密度一般而言提高。在本说明书中描述的汇流条模块中，在经过第一磁电式换能器且与延伸方向垂直的截面中，第一汇流条的截面积小于第二汇流条的截面积。因此，当假设相同大小的电流流经第一汇流条和第二汇流条时，由于第一汇流条的电流而引起的磁通密度相对大于由于第二汇流条的电流而引起的磁通密度。因此，在通过第一磁电式换能器测出的磁通密度中，由于第二汇流条的电流而引起的磁通密度的影响相比于由于第一汇流条的电流而引起的磁通密度而言相对减小。亦即，在本说明书中描述的汇流条模块中，彼此平行的汇流条在磁通量的测量点具有不同的截面积，从而提高了第一磁电式换能器的SN比(信噪比)。

[0031] 注意，本发明中描述的汇流条模块可包括用于测量第二汇流条的电流的磁电式换能器(第二磁电式换能器)。这种情况下，第二磁电式换能器配置成在延伸方向上在与第一磁电式换能器不同的位置处与第二汇流条的侧面对向。在经过第二磁电式换能器并与延伸方向垂直的第二截面中，第二汇流条的截面积可小于第一汇流条的截面积。根据上述构型，第二磁电式换能器的SN比提高，与第一磁电式换能器相似。

[0032] 在第一和第二汇流条的一个方面中，在经过第一磁电式换能器并与延伸方向垂直

的截面中，第一磁电式换能器可配置在经过第二汇流条的截面的中心并沿第一汇流条和第二汇流条的排列方向延伸的直线上。这种情况下，第一磁电式换能器配置成使得其磁感应面与该直线交叉。因此，由于第二汇流条的电流而引起的磁通量平行于第一磁电式换能器的磁感应面。因此，第二汇流条的磁通量对第一磁电式换能器的影响降低。

[0033] 在第一和第二汇流条的又一方面中，汇流条具有扁平截面。第一汇流条和第二汇流条各自都包括具有宽的宽度的第一侧面和具有比第一侧面窄的宽度的第二侧面。这里，“宽度”表示汇流条在与延伸方向垂直的方向上的长度。第一汇流条和第二汇流条配置成使得它们各自的第一侧面彼此对向。换言之，第一磁电式换能器与第二汇流条的第一侧面对向。如上所述，第一磁电式换能器配置成使得其磁感应面与经过第二汇流条的截面的中心并沿第一汇流条和第二汇流条的排列方向延伸的直线交叉。亦即，第一磁电式换能器的磁感应面与第二汇流条的第一侧面平行。由于第二汇流条的电流而引起的磁通量(由第二汇流条产生的磁通量)来到第二汇流条周围。在第二汇流条中与较宽的侧面(第一侧面)对向的范围内，磁通量大体与该侧面平行。因此，从第二汇流条产生的磁通量难以贯通第一磁电式换能器的磁感应面。此外，由于从第二汇流条产生的磁场与第二汇流条的第一侧面平行，所以即使第一磁电式换能器的位置朝第二汇流条的第一侧面的宽度方向错开，从第二汇流条产生的磁场也保持与第一磁电式换能器的磁感应面平行。亦即，即使第一磁电式换能器的位置与第二汇流条的第一侧面的宽度方向错开，第二汇流条的磁通量对第一磁电式换能器的影响也难以改变。亦即，汇流条模块难以受错开的情况下的扰乱影响。此外，可以抑制电流测量精度相对于第一磁电式换能器的错开的变化。

[0034] 此外，在具有扁平截面的汇流条中设置有凹口的情况下，该凹口可设置在汇流条的较窄侧面(第二侧面)上。换言之，设置了贯通宽侧面(第一侧面)的凹口。通过将凹口设置在第二侧面上，相比于将凹口设置在第一侧面上的情形而言可以使凹口加深。因此，提高了将磁电式换能器安置在凹口中的自由度。

[0035] 此外，即使在截面积相同且电流大小相同的情况下，也发现电流密度随着截面的长宽比接近1.0而变大。因此，如果凹口设置在汇流条的较窄侧面上，则汇流条的截面的长宽比减小。鉴于这一点，在设置了凹口的部分中，汇流条的电流密度进一步提高。

[0036] 参照附图说明根据一实施例的汇流条模块。图1和2示出汇流条模块10的透视图。注意，图2是传感器基板5被移开的汇流条模块的透视图。此外，与汇流条模块10连接的层叠单元50在图1和2中被示出。应当注意，在图1和2中，汇流条模块10与层叠单元50相比以放大方式被示出。

[0037] 首先说明层叠单元50的概要。层叠单元50是用于向电动车辆的驱动电机供给电力的逆变器的主要部分。层叠单元50是其中各自都通过利用树脂密封功率半导体元件而形成的平板型功率板51a至51c和平板型冷却器52交替地层叠的装置。在各功率板中，包埋有两个功率半导体元件的串联线路。典型地，功率半导体元件是IGBT(绝缘栅双极晶体管)。要供给到电机的交流电路从该串联线路的中间输出。端子53a至53c是三个功率板51a至51c的相应输出端子。端子53a至53c分别输出U相交流电、V相交流电和W相交流电。电动车辆的驱动电机具有大的输出，使得大电流从端子53a至53c输出。为了将大电流从功率板传输到电机，使用内部电阻小的汇流条模块10。一般地，汇流条由细长金属板(或金属棒)制成。

[0038] 汇流条模块10是用于将层叠单元50的UVW三相的交流输出传输到逆变器壳体的外

部端子(未示出)的导电部件。汇流条模块10具有用于输出UVW三相的交流电的三个汇流条2、3、4。三个汇流条2、3、4在树脂保持器9中被共同保持成彼此平行。汇流条2的一端12与功率板51a的端子53a连接，汇流条3的一端13与功率板51b的端子53b连接，且汇流条4的一端14与功率板51c的端子53c连接。三个汇流条的另一端与设置在逆变器的外壳中的端子块(未示出)连接。平行延伸的三个汇流条2至4弯曲多次以绕过其它装置(未示出)。

[0039] 逆变器通常包括用于测量输出电流以执行输出电流的反馈控制的电流传感器。电流传感器结合在汇流条模块10中。电流传感器的主要构件是磁电式换能器6a至6c。磁电式换能器测量由于流经汇流条的电流而在汇流条周围产生的磁场(磁通密度)。注意，在以下说明中，当磁电式换能器6a至6c被不加以区分地表示时，它们被表达为“磁电式换能器6”。如图1、2所示，磁电式换能器6是不带任何磁芯的无芯传感器。

[0040] 磁电式换能器6a至6c的传感器信号通过装设在传感器基板5上的信号处理芯片(未示出)变换为电流的大小。这样测出的电流传输到控制器(未示出)。设置成与汇流条2对向的磁电式换能器6a检测由于流经汇流条2的电流而引起的磁通量。设置成与汇流条3对向的磁电式换能器6b检测由于流经汇流条3的电流而引起的磁通量。设置成与汇流条4对向的磁电式换能器6c检测由于流经汇流条4的电流而引起的磁通量。设置在相应汇流条中的磁电式换能器6和传感器基板对应于电流传感器。

[0041] 图2是传感器基板5被移开的汇流条模块10的透视图。虽然磁电式换能器6安装在传感器基板5的底面上，但与图2中的传感器基板5分开说明磁电式换能器6。图2中的磁电式换能器6的位置是传感器基板5安装于汇流条2至4时的位置。注意，在图1中，磁电式换能器6用隐藏线(虚线)描绘。

[0042] 如图1、2中很好地示出的，汇流条2至4分别设置有凹口2a至4a，并且磁电式换能器6配置在凹口2a至4a的内侧。凹口设置在具有矩形截面的汇流条的较窄侧面上。当从另一观点表达时，凹口设置成贯通汇流条的较宽侧面。此外，凹口2a至4a设置在汇流条的位于同一侧的侧面上。此外，相邻的汇流条的凹口设置在延伸方向(图中的X轴方向)上的不同位置处。可以说汇流条2至4具有扁平截面。

[0043] 注意，这里的“扁平”不仅包含矩形，而且包含椭圆形和部分地包含突起的形状。此外，磁电式换能器配置在凹口的内侧表示由凹口限定出的空间(由凹口的两侧面和底面包围的空间)应当包括磁电式换能器的至少一部分，并且磁电式换能器可以不完全被包含在由凹口限定出的空间中。此外，相邻的汇流条的凹口设置在延伸方向上的不同位置处表示相邻的汇流条的凹口设置于在与延伸方向垂直的方向上不彼此重叠的位置处。这种情况下，各凹口可部分地彼此重叠。然而，配置在一个汇流条的凹口内侧的磁电式换能器在与延伸方向垂直的方向上不与另一汇流条的凹口重叠。

[0044] 以下说明固定三个磁电式换能器6的传感器基板5。传感器基板5配置成使得其扁平面与多个汇流条2至4平行。此外，传感器基板5嵌合于三个汇流条2至4的凹口2a至4a。传感器基板5的一端与相应凹口的对向侧面靠接。相应地，传感器基板5与凹口嵌合，从而保持多个汇流条在汇流条纵向(图中的X轴方向)上的相对位置。此外，传感器基板5被夹在相邻的汇流条的对向面之间。例如，传感器基板5的一部分被夹在彼此相邻的汇流条2和汇流条3之间。此外，传感器基板5的另一部分被夹在彼此相邻的汇流条3和汇流条4之间。由于传感器基板5与相应汇流条的侧面靠接，所以相邻的汇流条之间的间隔得以保持。如此，传感器

基板5支承磁电式换能器6，并且还用于保持三个汇流条2至4的相对位置。因此，传感器基板5维持彼此平行的多个汇流条和与相应汇流条对向的磁电式换能器6的相对位置，由此减小汇流条模块的批量生产时的电流测量精度(磁通量检测精度)的变化。

[0045] 由磁电式换能器6a检测出的磁通量包含从其相邻的汇流条3产生的磁通量。类似地，由磁电式换能器6b检测出的磁通量包含从其相邻的汇流条2和汇流条4产生的磁通量。从与要检测的目标汇流条相邻的汇流条产生的磁通量对应于噪声。汇流条模块10具有抑制从相邻的汇流条产生的噪声的影响的结构。接下来将说明用于抑制噪声的结构。

[0046] 图3A示出沿图1中的线IIIA-IIIA截取的截面。此外，图3B示出沿图1中的线IIIB-IIIB截取的截面。图3A示出穿过磁电式换能器6a和6c并与汇流条的延伸方向(图中的X轴方向)垂直的截面。在下文中，汇流条的延伸方向可仅被称为“延伸方向”。图3B示出穿过磁电式换能器6b并与延伸方向垂直的截面。

[0047] 这里，彼此相邻的汇流条2和汇流条3被特别地对待。在图3A的截面中，用于检测由于流经汇流条2的电流而引起的磁通量的磁电式换能器6a配置成与汇流条2的凹口2a的底面对向。此外，在图3A的截面中，汇流条2的截面积由于凹口2a而减小，并小于汇流条3的截面积。此外，在图3B的截面中，用于检测由于流经汇流条3的电流而引起的磁通量的磁电式换能器6b配置成与汇流条3的凹口3a的底面对向。此外，在图3B的截面中，设置有磁电式换能器6b的汇流条3的截面积由于凹口3a而减小，并小于汇流条2的截面积。亦即，在汇流条模块10中，第一磁电式换能器(例如，磁电式换能器6a)配置成与第一汇流条(例如，汇流条2)的侧面对向。在穿过第一磁电式换能器(磁电式换能器6a)并与延伸方向垂直的第一截面(图3A的截面)中，第一汇流条(汇流条2)的截面积小于第二汇流条(汇流条3)的截面积。第二磁电式换能器(例如，磁电式换能器6b)配置成与第二汇流条(例如，汇流条3)的侧面对向。在穿过第二磁电式换能器(磁电式换能器6b)并与延伸方向垂直的第二截面(图3B的截面)中，第二汇流条(汇流条3)的截面积小于第一汇流条(汇流条2)的截面积。注意，在除凹口之外的部分，汇流条2的截面积与汇流条3的截面积相同。对于彼此相邻的汇流条3和汇流条4而言可以同样如此。

[0048] 以下说明截面的差异的效果。一般而言，随着电流密度越高，由于电流而引起的磁通密度越高。例如，在大小相同的电流流动的情况下，当电流路径的截面积较小且电流密度较高时，由于电流而引起的磁通密度越高。在该实施例的汇流条模块10中，在穿过用于检测汇流条2的磁通量(电流)的磁电式换能器6a的截面(图3A)中，汇流条2的截面积小于其相邻的汇流条3的截面积。在大小相同的电流流经汇流条2和汇流条3的情况下，在穿过磁电式换能器6a的截面中汇流条2周围产生的磁通密度高于汇流条3周围产生的磁通密度。因此，磁电式换能器6a对由于流经汇流条2的电流而引起的磁通量的灵敏度变得相对高，且其对由于流经汇流条3的电流而引起的磁通量的灵敏度变得相对低。磁电式换能器6a检测由于流经汇流条2的电流而引起的磁通量。由于流经汇流条3的电流而引起的磁通密度对应于针对磁电式换能器6a而言的噪声。因此，对于上述构型，磁电式换能器6a的SN比(信噪比)提高。其它磁电式换能器6b、6b可以同样如此。

[0049] 此外，在图3A中，虚线CL表示经过汇流条3的截面中心C3并沿汇流条的排列方向延伸的中心线。与汇流条2对向的磁电式换能器6a和与汇流条4对向的磁电式换能器6c两者都经过中心线CL。类似地，如图3B所示，配置成与汇流条3对向的磁电式换能器6b经过中心线

CL，该中心线CL经过汇流条2的截面中心C2和汇流条4的截面中心C4并沿排列方向延伸。注意，截面中心相当于流经汇流条的电流的电流密度在汇流条的截面中的中心。这里，电流密度的中心是用汇流条的截面中的一个点表示的具有无穷大的电流密度的虚拟电流路径。该虚拟电流路径形成与由分布在汇流条的截面上的电流形成的感应磁场相同的感应磁场。例如，如果第一截面呈矩形，则电流密度的中心表示该矩形的几何中心。在截面的矩形形状中设置有突起的情况下，电流密度的中心向突起突出的方向移动。

[0050] 下面参照图4说明上述布局的优点。图4以放大方式示出处于图3A中的汇流条2和汇流条3的截面。如上所述，用于检测由于流经汇流条2的电流而引起的磁通密度的磁电式换能器6a配置在经过相邻的汇流条3的截面中心C3并沿多个汇流条的排列方向延伸的中心线CL上。一般而言，在磁电式换能器中，确定用于检测磁通量的面，亦即磁感应面，并且在图4中附图标记7表示该磁感应面。当磁感应面7与磁通量垂直时，磁通量检测的灵敏度最高。如图4所示，磁感应面7与由于流经汇流条2的电流而引起的磁通量G2垂直，但与由于流经汇流条3的电流而引起的磁通量G3平行。换言之，由于流经汇流条2的电流而引起的磁通量G2与磁感应面7垂直地交叉，但由于流经汇流条3的电流而引起的磁通量G3几乎不与磁感应面7交叉。因此，磁电式换能器6a对由汇流条2产生的磁通量具有高的灵敏度，而对由汇流条3产生的磁通量具有低的灵敏度。亦即，磁电式换能器6a的SN比高。注意，假设电流在汇流条2(汇流条3)的截面中从纸面上的远侧流向近侧。此外，在考虑由于电流而引起的磁通量的情况下，可假定电流集中流经汇流条的截面中心。亦即，表示磁通量G2的曲线对应于以汇流条2的截面中心C2为中心的圆，而表示磁通量G3的曲线对应于以汇流条3的截面中心C3为中心的圆。其它磁电式换能器6b、6b可以同样如此。

[0051] 可以将以上布局表达如下。亦即，与汇流条2对向的磁电式换能器6a配置成使得其磁感应面7与从相邻的汇流条3的截面中心C3和磁电式换能器6a经过的直线CL垂直。

[0052] 在图1至4中说明的汇流条模块10中，各汇流条的截面呈矩形(平坦)，并且多个汇流条配置成使得它们各自的宽侧面彼此对向。下面说明汇流条的形状与图1至4中说明的汇流条2至4的形状有所不同的汇流条模块。亦即，说明汇流条模块10的改型。注意，在以下说明中，仅汇流条的形状与以上不同，从而基板和整个汇流条模块被省略。此外，本说明书中公开的汇流条的数量未被特别地限制，前提是汇流条的数量为至少两个，但以下说明着重于两个汇流条。

[0053] 图5是根据第一改型的具有汇流条102、103的汇流条模块110的透视图。注意，如上所述，传感器基板和整个汇流条模块被省略。图5仅示出磁电式换能器6a、6b周围的周边区域，并且仅示出汇流条102、103的一部分。以下说明中谈到的附图可以同样如此。

[0054] 汇流条102和汇流条103具有平坦截面，并且配置成使得它们各自的宽侧面彼此对向。汇流条102和汇流条103在它们的延伸方向上的不同位置处设置有凹口102a、103a。磁电式换能器6a、6b配置在相应凹口的内侧。迄今为止说明的构型与图1的汇流条模块10的构型相同。

[0055] 汇流条102在其宽侧面上具有沿延伸方向延伸的脊部102b。类似地，汇流条103在其宽侧面上具有沿延伸方向延伸的脊部103b。如上所述，“延伸方向”表示汇流条的纵向，并且对应于图中的X轴方向。汇流条103的脊部103b设置在与其相邻的汇流条2背离的侧面中。

[0056] 下面说明脊部102b、103b的优点。图6是沿图5中的线IV-IV截取的截面图。图6的截

面是穿过汇流条102的磁电式换能器6a并与延伸方向垂直的截面。如图6中很好地示出的，汇流条102和汇流条103设置成使得汇流条的侧面之中它们的较宽侧面(第一侧面)彼此对向。汇流条103的脊部103b设置在与汇流条2背离的侧面中。如图6所示，汇流条3的截面中心C103b与用于检测由于流经相邻的汇流条2的电流而引起的磁通量的磁电式换能器6a分离开，截面中心C103b与未设置脊部103b的情形的截面中心C103a之间存在距离S。汇流条3的截面中心C103b对应于电流密度的中心。亦即，由于设置了脊部103b，所以流经汇流条103的电流的中心与磁电式换能器6a分离开。结果，由于流经汇流条3的电流而引起的磁通量对磁电式换能器6a的测定磁通密度(测定电流)的影响变小。图5和6所示的汇流条的形状进一步提高了电流测量的SN比(由于电流而引起的磁通量的检测SN比)。

[0057] 汇流条102的脊部102b设置在与其相邻的汇流条103背离的侧面中。因此，与汇流条103的脊部103b相似，通过设置脊部102b，降低了从汇流条102产生的磁场对磁电式换能器6b的影响。磁电式换能器6b是用于检测相邻的汇流条103的电流(磁通量)的元件。

[0058] 即使当设置突起代替脊部102b、103b时，也能获得相同效果。图7示出包括设置在汇流条202、203的相应侧面上的突起202b、203b的汇流条模块210的一部分。汇流条202设置有凹口202a，并且在凹口202a中配置有用于检测由于流经汇流条202的电流而引起的磁通量的磁电式换能器6a。在穿过磁电式换能器6a的截面中，与其相邻的汇流条203包括设置在其与磁电式换能器6a背离的侧面上的突起203b。在汇流条模块210中，穿过磁电式换能器6a的截面的形状与图6中的形状相同。因此，能由汇流条模块210获得与汇流条模块110相同的效果。由设置在汇流条202中的突起202b也能获得相同效果。

[0059] 在上述汇流条模块中，多个汇流条设置成使得汇流条的侧面之中它们的较宽侧面(第一侧面)彼此对向。在本说明书中公开的技术中，多个汇流条可配置成使得汇流条的侧面之中它们各自的较窄侧面(第二侧面)彼此对向。图8示出第三改型的汇流条模块310的一部分。图8是示出汇流条模块310中彼此相邻的两个汇流条302、303的配置的透视图。汇流条302和303配置成彼此平行，使得它们各自的窄侧面彼此对向。汇流条302、303包括设置在它们的宽侧面上的凹口302a、303a。凹口302a、303a设置在汇流条的延伸方向(图中的X轴方向)上的不同位置处。磁电式换能器6a、6b配置在相应凹口的内侧。磁电式换能器6a、6b配置成与相应凹口的底面对向。各磁电式换能器6a、6b检测由于流经各汇流条的电流而引起的磁场(磁通密度)。由于该磁场与流动的电流具有唯一的对应关系，所以能从由各磁电式换能器6a、6b检测出的磁通密度指定流经各汇流条的电流的大小。

[0060] 图1至4所示的汇流条模块10与图8中的汇流条模块310的不同之处在于汇流条在从延伸方向观察时的姿势。本说明书中记载的技术提供了汇流条模块10和汇流条模块310，但汇流条模块10具有比汇流条模块310高的电流测量的SN比。原因如下。

[0061] 图9A是磁电式换能器6设置成与汇流条402的窄侧面对向时的磁电式换能器6的截面图；而图9B是磁电式换能器6配置成与汇流条403的宽侧面对向时的磁电式换能器6的截面图。在图9A的情形中，与磁电式换能器6对向的侧面(窄侧面)的宽度Wa与和上述侧面交叉的侧面(宽侧面)的宽度Ha的比率为Wa/Ha＝1/10。在图9B的情形中，与磁电式换能器6对向的侧面(宽侧面)的宽度Wb与和上述侧面交叉的侧面(窄侧面)的宽度Hb的比率为Wb/Hb＝10/1。亦即，汇流条403对应于通过使汇流条402在从其延伸方向观察时旋转90度而获得的汇流条。关于图9A和图9B的各情形，磁电式换能器6的中心位置(对于图9A而言为点P2，而对

于图9B而言为点P3)的磁通密度的强度通过模拟/仿真获得。

[0062] 模拟结果在图10中被示出。图9A的情形中和图9B的情形中的汇流条的截面积相同。此外,通过在图9A的情形中和图9B的情形中应用相同电流来执行模拟。群组A(正方形标绘群组)是图9A的情形的结果,而群组B(三角形标绘群组)是图9B的情形的结果。注意,群组C(圆形标绘群组)显示截面积相同且长宽比为1.0——即截面呈正方形——的情形的结果。各群组呈现了通过利用改变从汇流条的截面中心到磁通量检测点的距离L来执行模拟而获得的结果。在图9A的情形中,距离L是从汇流条的截面中心C402到磁通量检测点P2的距离,而在图9B的情形中,距离L是从汇流条的截面中心C403到磁通量检测点P3的距离。基本上,图9A的情形中的距离L比图9B的情形中的距离L长。如图10的曲线图中所示,应理解配置磁电式换能器的点处的磁通密度在群组A(磁电式换能器配置成与汇流条的窄侧面对向的情形)中比在群组B(磁电式换能器配置成与汇流条的宽侧面对向的情形中)高。由此结果,应理解与凹口设置在汇流条的宽侧面上且磁电式换能器配置在该凹口中的情形相比,在凹口设置在汇流条的窄侧面上且磁电式换能器配置在该凹口中的情形中能提高电流测量的SN比。

[0063] 此外,汇流条周围产生的磁通密度随着截面的长宽比越接近1.0而越高(参见图10中的群组C的结果)。当凹口设置在扁平截面的窄侧面上时,汇流条的其他部分的截面形状的长宽比越接近1.0。这一点也有助于电流测量的SN比的提高。

[0064] 此外,汇流条的宽侧面彼此对向并且凹口设置在其窄侧面上,这产生了以下效果。如图4中很好地示出的,用于检测由于流经汇流条2的电流而引起的磁通量的磁电式换能器6a具有磁电式换能器6a与相邻于作为电流测量对象(磁通量检测对象)的汇流条2的汇流条3的宽侧面对向的位置关系。如上所述,当磁电式换能器设置成与宽侧面对向时(图10中的群组B),由磁电式换能器检测出的磁通密度相比于磁电式换能器配置成与窄侧面对向的情形(图10的群组A)而言变小。在磁电式换能器6a的一个位置处,由于流经汇流条3的电流而引起的磁场与磁电式换能器6a的磁感应面7平行。同时,由于相邻的汇流条3的电流而引起的磁通量(从流经汇流条3的电流产生的磁通量)来到作为电流测量对象(磁通量检测对象)的汇流条2周围,但在该磁通量与宽侧面对向的范围内该磁通量与宽侧面大体平行。因此,从汇流条3产生的磁通量不穿透磁电式换能器6a的磁感应面7。此外,由于从汇流条3产生的磁场与汇流条3的宽侧面平行,所以即使磁电式换能器6a的位置在汇流条2的宽侧面的宽度方向(图4中的正负Z轴方向)上错开,从汇流条3产生的磁场也保持与磁电式换能器6a的磁感应面平行。亦即,即使磁电式换能器的位置在一定程度上与汇流条3的宽侧面平行地错开,磁电式换能器6a从汇流条3受到的影响也难以改变。亦即,即使磁电式换能器6的位置错开,磁电式换能器6a也难以受扰乱影响。所有上述各点都有助于抑制磁电式换能器6a从与作为电流测量对象的汇流条2相邻的汇流条3受到的影响。

[0065] 此外,当凹口设置在具有扁平截面的较窄侧面上时,相比于凹口设置在较宽侧面上的情形而言可以加深该凹口。这提高了磁电式换能器的配置位置的自由度。

[0066] 接下来将参照图11说明第四改型的汇流条模块510。第四改型涉及具有两个汇流条的汇流条模块510。两个汇流条(第一汇流条502和第二汇流条503)配置成彼此平行。第一汇流条502包括从厚的部分502f朝汇流条延伸方向(图中的X轴的正方向)的一侧变成薄的部分502e的台阶502d。第二汇流条503包括从薄的部分503e朝汇流条延伸方向(图中的X轴

的正方向)的所述一侧变成厚的部分503f的台阶503d。

[0067] 用于检测由于流经第一汇流条502的电流而引起的磁通量的磁电式换能器6a配置成与第一汇流条502的薄的部分502e对向。用于检测由于流经第二汇流条503的电流而引起的磁通量(电流)的磁电式换能器6b配置成与第二汇流条503的薄的部分503e对向。第一汇流条502的薄的部分502e与第二汇流条503的厚的部分503f相邻。第二汇流条503的薄的部分503e与第一汇流条502的厚的部分502f相邻。亦即,在穿过磁电式换能器6a的截面中第一汇流条502的截面积(薄的部分502e的截面积)小于第二汇流条503的截面积(厚的部分503f的截面积)。此外,在穿过磁电式换能器6b的截面中第二汇流条503的截面积(薄的部分503e的截面积)小于第一汇流条502的截面积(厚的部分502f的截面积)。汇流条模块510的电流测量的SN比(磁通量检测的SN比)也高于常规电流测量装置,与上述汇流条模块相似。

[0068] 可以将第四改型的汇流条模块510的特征结构表达如下。汇流条模块510的第一汇流条502包括从厚的部分502f朝其延伸方向的一侧变成薄的部分502e的台阶502d。第二汇流条503包括从薄的部分503e朝所述一侧变成厚的部分503f的台阶503d。磁电式换能器6a与第一汇流条502的薄的部分502e对向。第二汇流条503的第一截面是厚的部分503f的截面。

[0069] 参照图12和13,下面说明第五改型的汇流条模块610。图12是汇流条模块610的透视图,而图13是处于传感器基板605被移开的状态下的汇流条模块610的透视图。与上述改型的图相似,在图12和13中未示出整个汇流条模块,仅示出设置了用于三个汇流条的磁电式换能器的部分。

[0070] 在汇流条模块610中,多个汇流条602、603、604配置成使得它们的窄侧面彼此对向。汇流条分别设置有弯曲部602a、603a、604a,使得它们各自的宽侧面是中空的。弯曲部形成为使得汇流条的沿X轴的正方向延伸的部分沿Z轴的负方向弯曲,然后沿X轴的正方向弯曲,继而沿Z轴的正方向弯曲,并且最后再次沿X轴的正方向弯曲。更具体地,弯曲部基于延伸方向呈曲柄形状弯曲,使得弯曲部在一个方向上成90度弯曲,然后成-90度弯曲,进一步成-90度弯曲,并且最终成90度弯曲。此外,换言之,弯曲部是弯曲成使得在汇流条中形成中空部的部分。由于这种弯曲,在汇流条的宽侧面上形成了中空部。传感器基板605与各汇流条的中空部(弯曲部)嵌合并被夹在相邻的汇流条的一对对向面之间。此外,磁电式换能器固定在传感器基板605上,使得磁电式换能器6a至6c配置在相应汇流条的弯曲部的内侧。

[0071] 在第五改型的汇流条模块中,弯曲部形成为使得汇流条的宽侧面在外表面方向上弯曲。因此,具有宽侧面的宽度的中空部形成在各汇流条中,并且传感器基板605与中空部嵌合。如图12、13中很好地示出的,传感器基板在各X轴方向和Y轴方向上以长距离与各汇流条相接触。因此,多个汇流条难以相对于彼此移动,从而很好地保持它们的相对位置关系。

[0072] 下面说明与在以上实施例中所述的技术有关的注意事项。该实施例的汇流条模块包括:配置成彼此平行的第一汇流条和第二汇流条;配置成与第一汇流条的侧面对向的第一磁电式换能器;和配置成与第二汇流条的侧面对向的第二磁电式换能器。在穿过第一磁电式换能器并与第一和第二汇流条的延伸方向垂直的截面中第一汇流条的截面积小于第二汇流条的截面积。此外,在穿过第二磁电式换能器并与第一和第二汇流条的延伸方向垂直的截面中第二汇流条的截面积小于第一汇流条的截面积。一般而言,该实施例的技术通过将彼此平行的汇流条配置成具有相对地不同的截面积而提高了用于检测磁场的点处的

电流测量的SN比。

[0073] 该实施例涉及用于传输逆变器的输出的汇流条模块。本申请中公开的汇流条模块也适用于逆变器以外的装置。

[0074] 图1至4的汇流条模块中的汇流条2对应于第一汇流条的一个示例，而其中的汇流条3对应于第二汇流条的一个示例。此外，配置在汇流条2的凹口2a中的磁电式换能器6a对应于第一磁电式换能器的一个示例，而配置在汇流条3的凹口3a中的磁电式换能器6b对应于第二磁电式换能器的一个示例。

[0075] 本说明书中公开的技术适用于具有两个以上汇流条的汇流条模块，并且汇流条的数量未被特别地限制。例如，用于向两个三相线路电机供给电力的逆变器包括共六个汇流条。本说明书中公开的技术也适用于包括六个以上汇流条的汇流条模块。

[0076] 本说明书中的电动车辆包括纯电动车辆、混合动力车辆和燃料电池车辆。

[0077] 已详细说明了本发明的具体实施例，但这些实施例仅仅是示例且不限制根据权利要求的发明。根据权利要求的技术包含通过以各种方式修改或变更如以上例示的具体实施例而获得的实施例。本说明书或附图中说明的技术要素单独或以各种组合发挥技术实用性，且不限于如提交本申请时的权利要求中记载的组合。此外，本说明书或附图中例示的技术能同时达到多个目的，并通过达到这些目的之一而具有技术实用性。

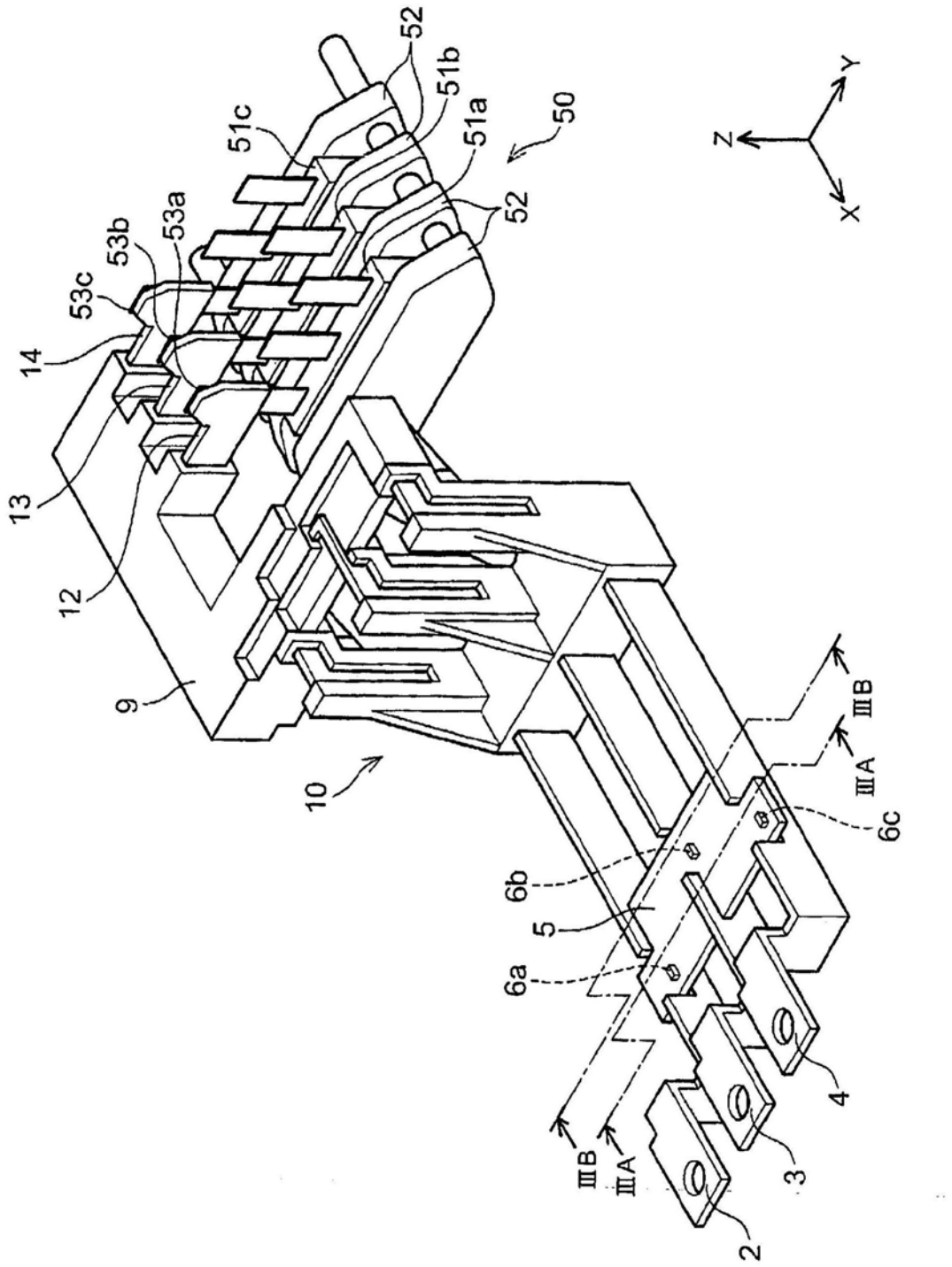


图1

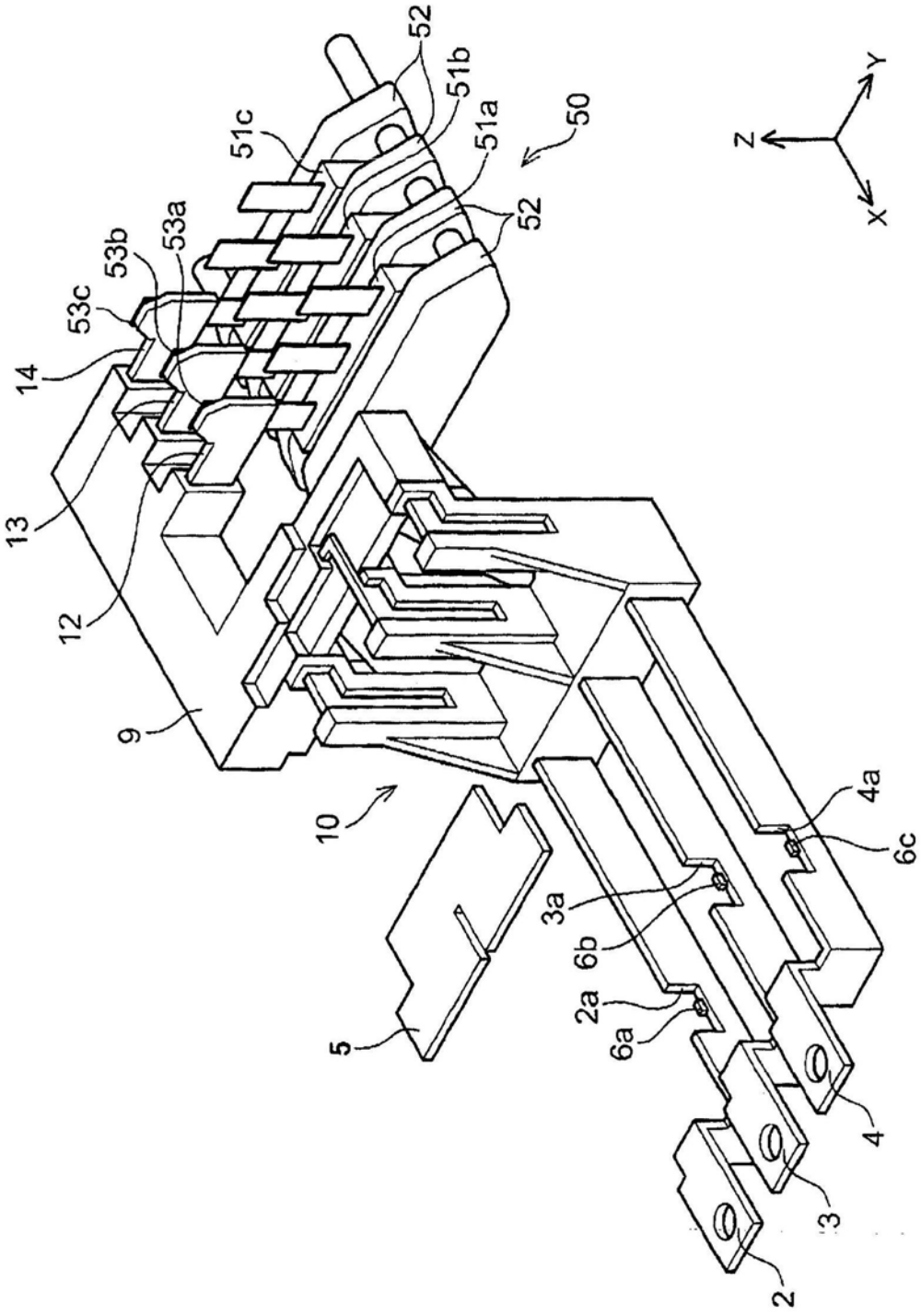

52
51b
51a
50
51c
53a
53b
53c
14
13
12
9
10
5
3a
6b
2a
6a
4a
6c
4
3
2
Y
Z
X

图2

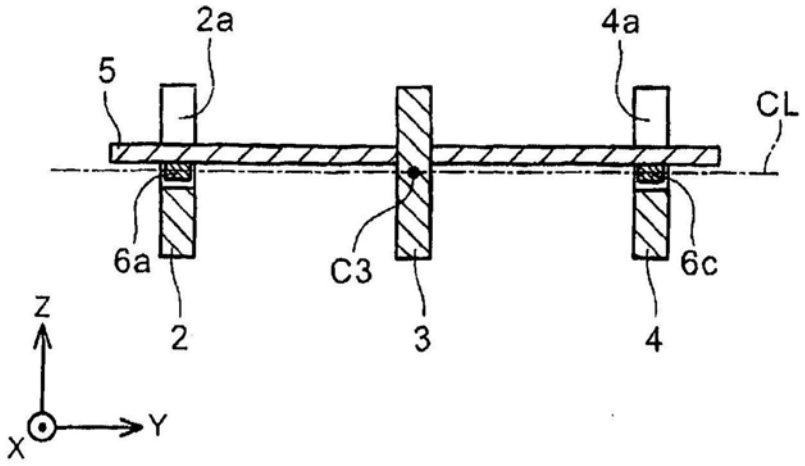


图3A

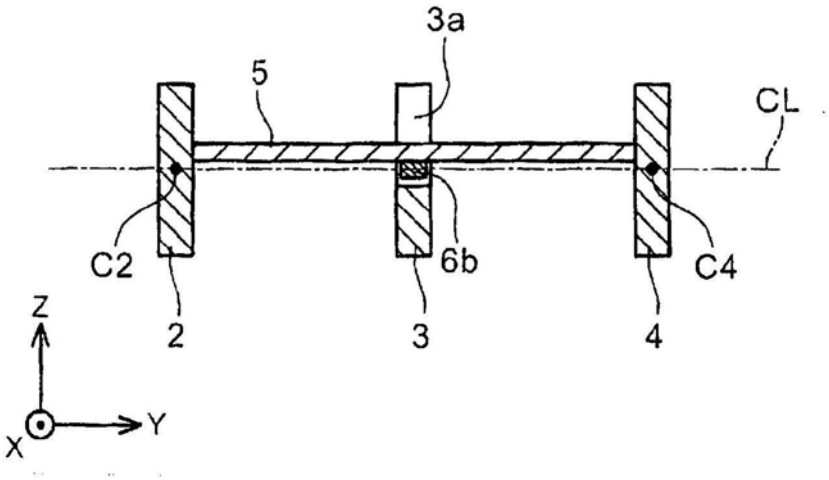


图3B

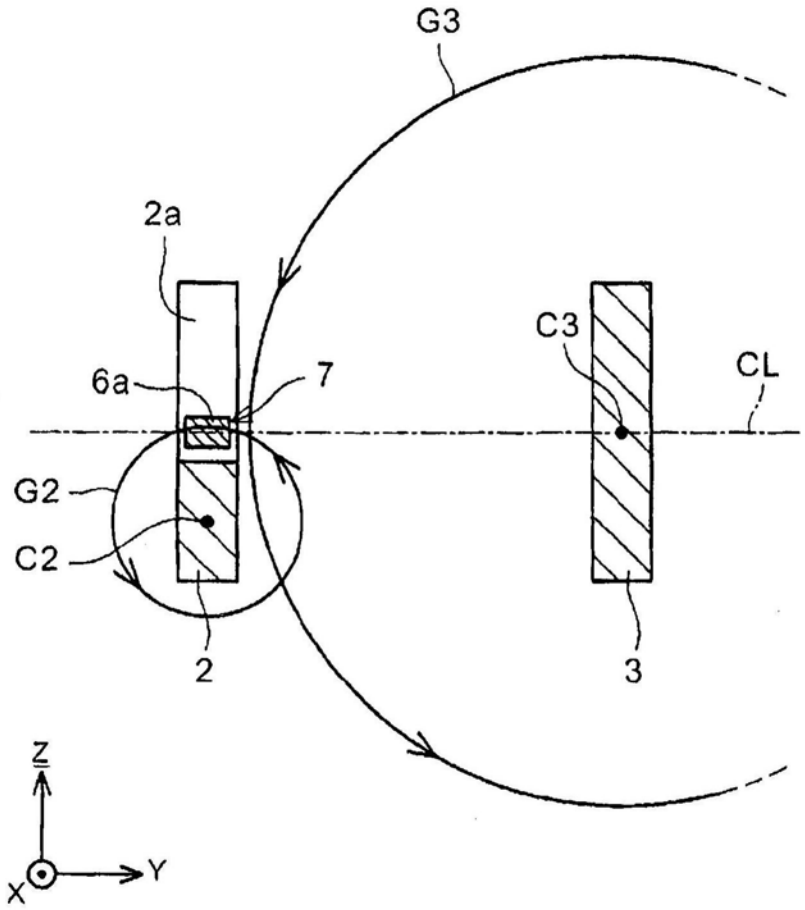


图4

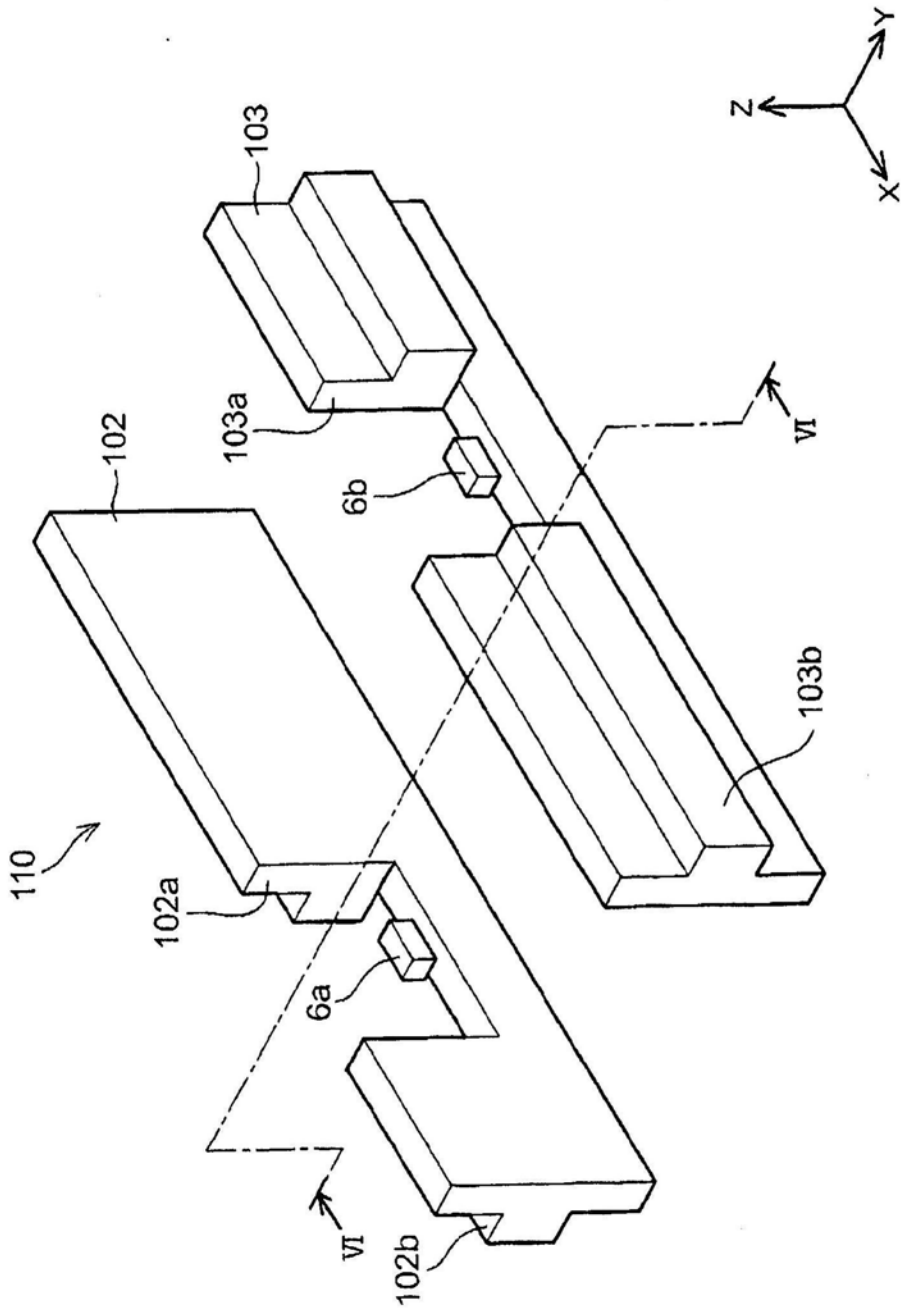


图5

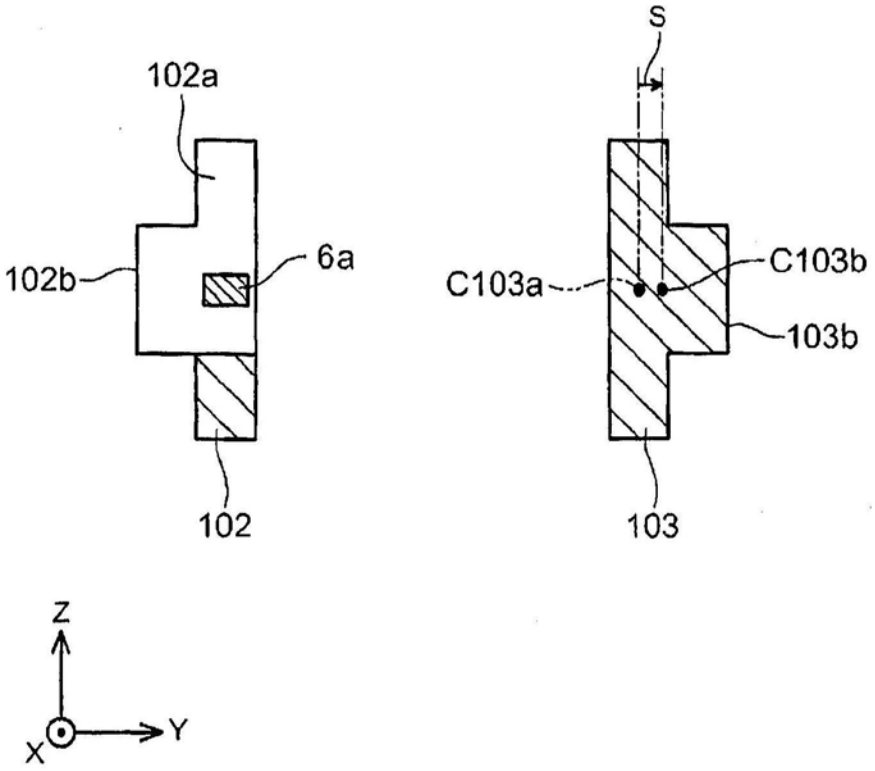


图6

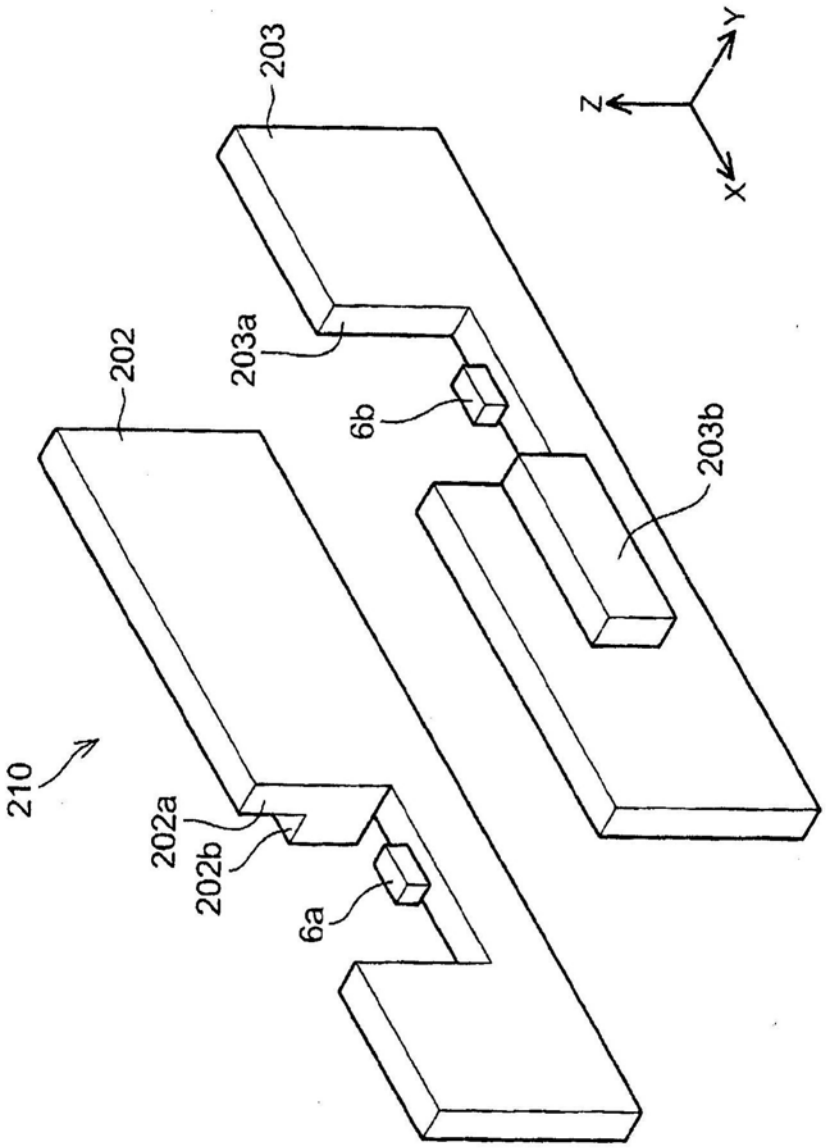


图7

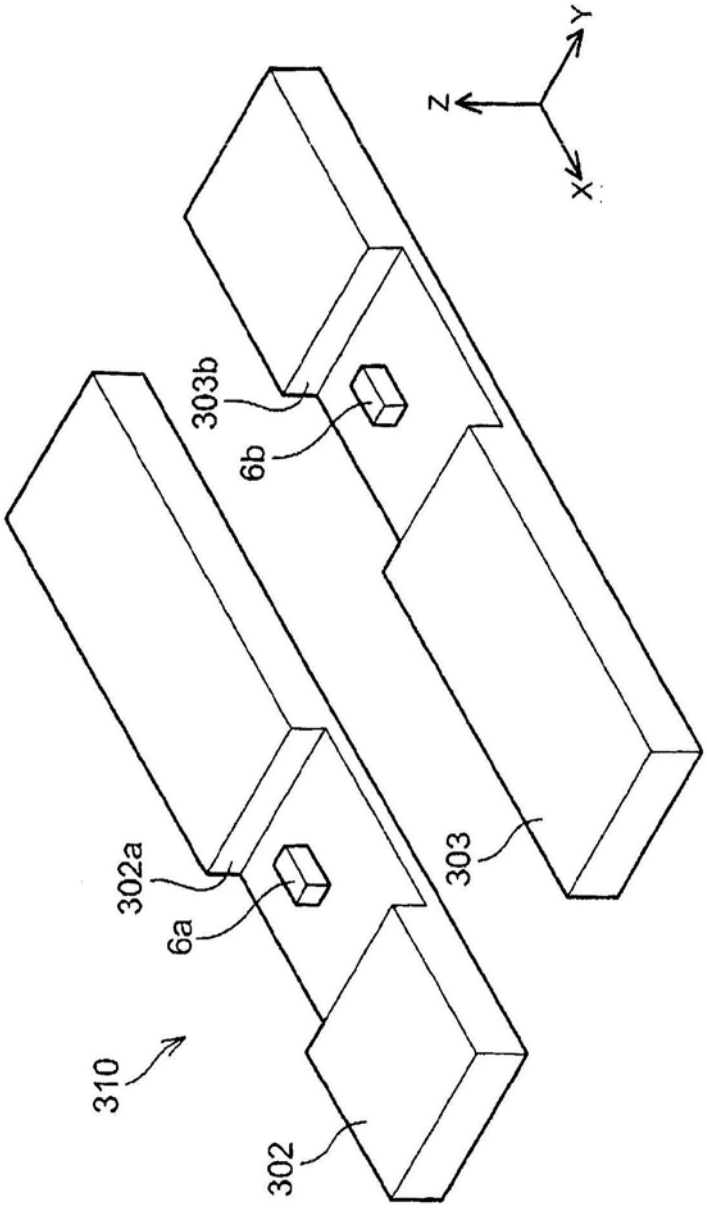


图8

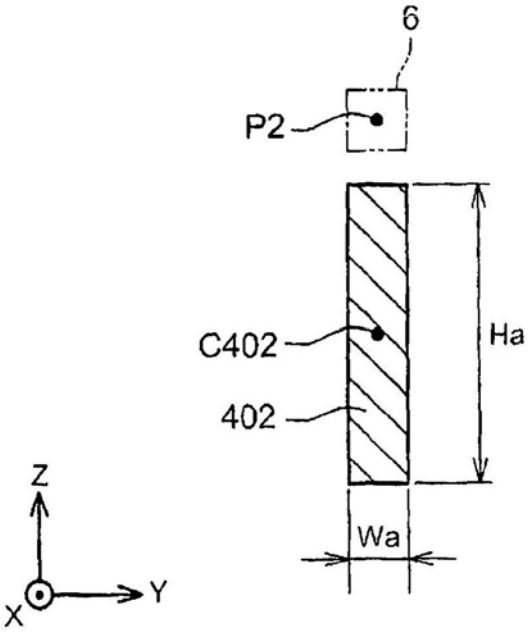


图9A

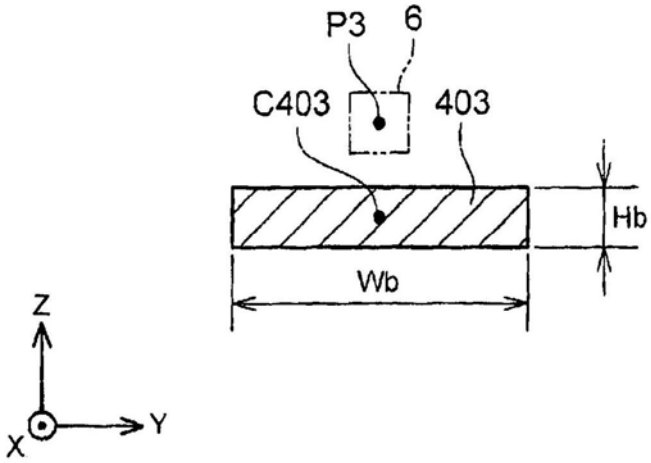


图9B

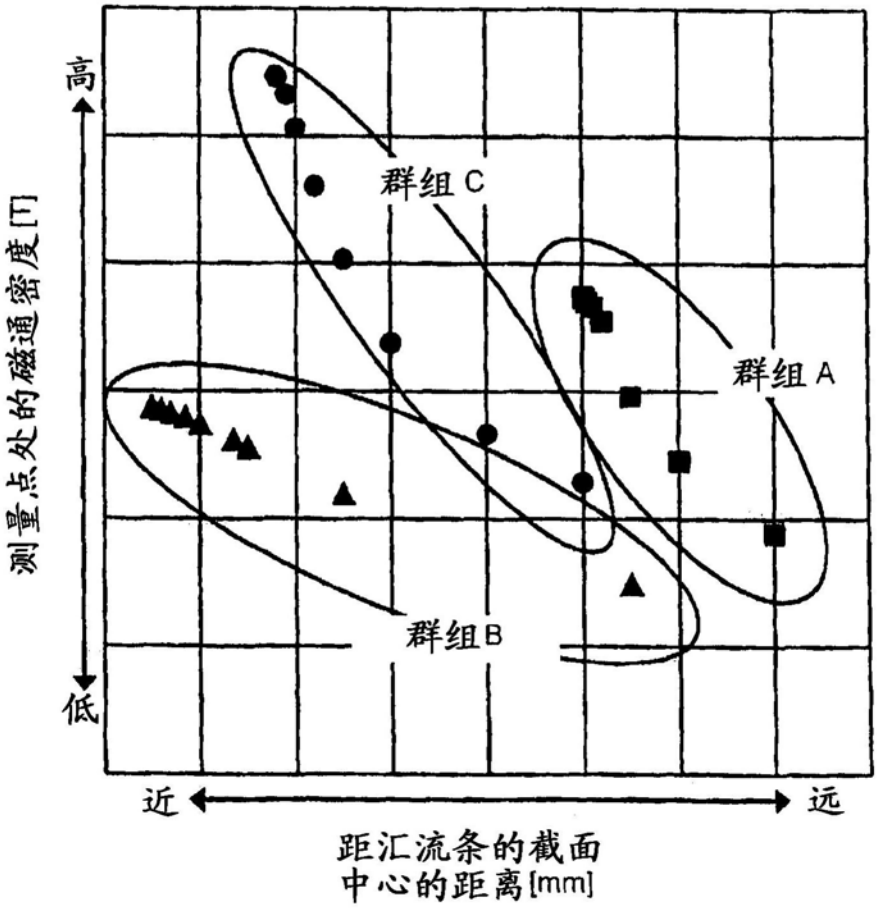


图10

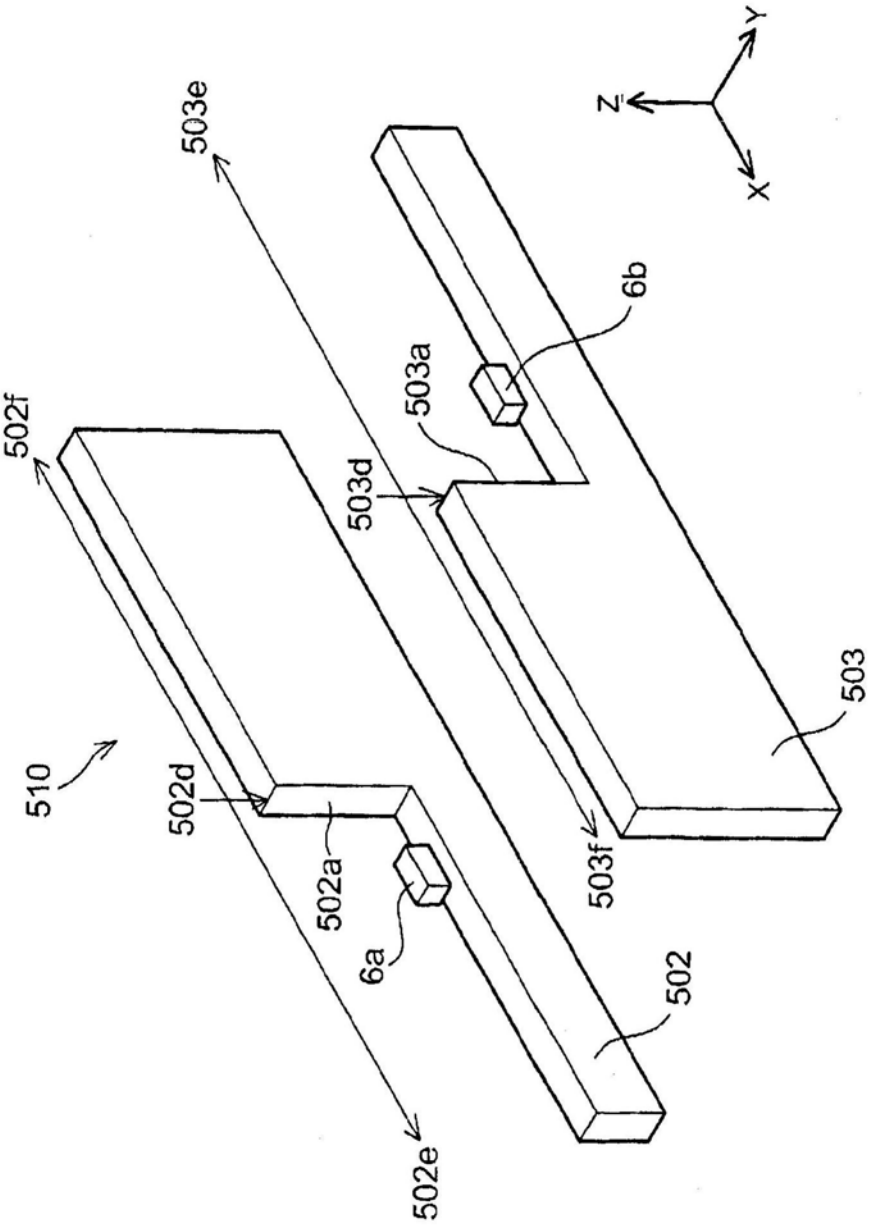


图11

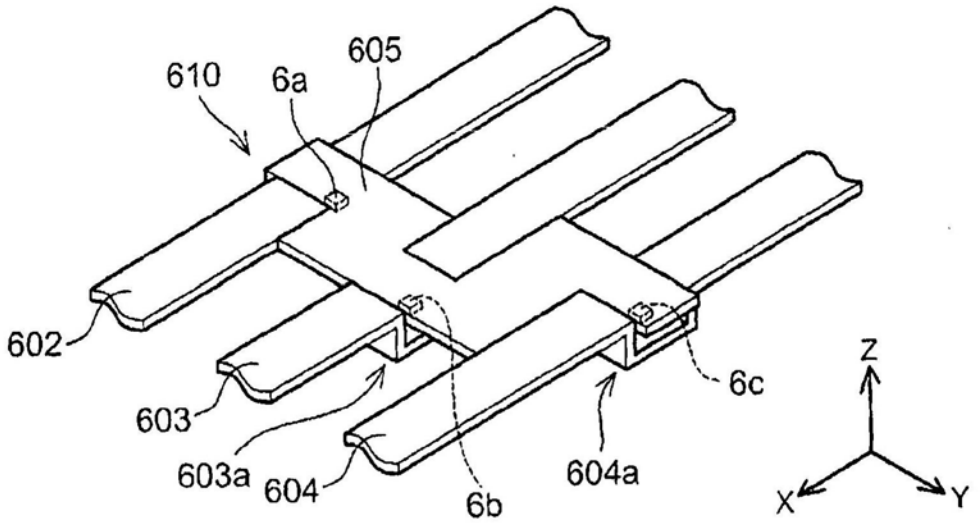

610
6a
605
602
603
603a
604
6b
604a
6c
Z
X
Y

图12

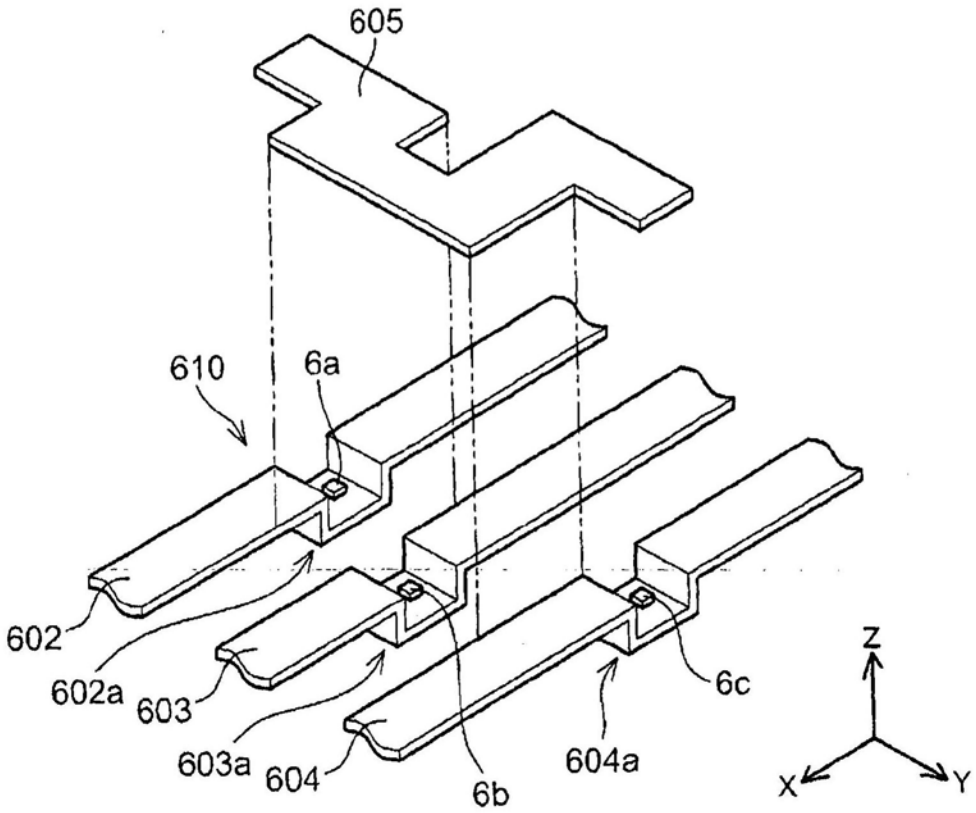

605
610
6a
602
602a
603
603a
604
6b
604a
6c
Z
X
Y

图13