(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 111819644 B
(45)授权公告日 2022.03.04

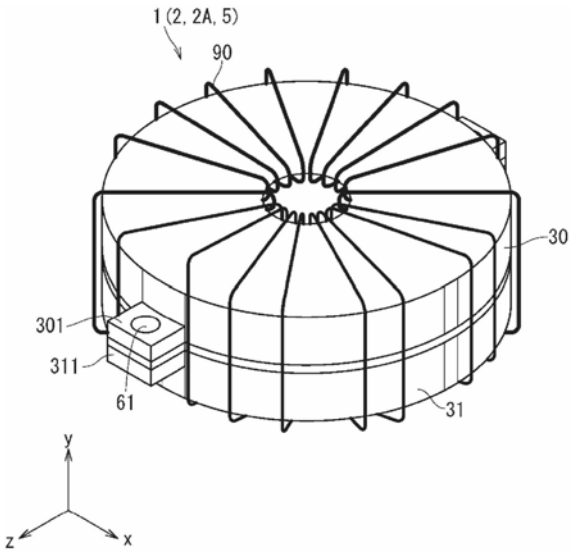
(21)申请号 201980016381.3
(22)申请日 2019.03.06
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111819644 A
(43)申请公布日 2020.10.23
(30)优先权数据
2018-047559 2018.03.15 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2020.08.31
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2019/008860 2019.03.06
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2019/176686 JA 2019.09.19
(73)专利权人 三菱电机株式会社
地址 日本东京
(72)发明人 福田智仁 熊谷隆 野田秀夫
柴田和之 景山正则
(74)专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所有限公司 11038
代理人 邓宗庆
(51)Int.Cl.
H01F 37/00(2006.01)
H01F 17/06(2006.01)
H01F 27/24(2006.01)
(56)对比文件
JP 2012109440 A,2012.06.07
US 4975672 A,1990.12.04
US 2001030594 A1,2001.10.18
US 5402097 A,1995.03.28
JP H0338603 U,1991.04.15
审查员 祁少杰
权利要求书2页 说明书10页 附图19页

(54)发明名称

电抗器

(57)摘要

本发明的目的在于提供芯的散热性高且线圈的涡流损耗小的电抗器。本发明的电抗器(1)具备:在周向上将圆环状芯分割而成的形状的软磁性材料的多个分割芯(10)、在将多个分割芯(10)组合而形成的圆环状芯中配置于多个分割芯(10)之间的非磁性材料的芯间隙构件(20)、收纳多个分割芯(10)及芯间隙构件(20)的圆环状的散热用壳体(30、31)以及卷绕于散热用壳体(30、31)的线圈(90),散热用壳体(30、31)由热传导率为100W/(m·K)以上的材料构成。



CN 111819644 B

1.一种电抗器,其中,具备:

软磁性材料的多个分割芯,所述软磁性材料的多个分割芯为在周向上将圆环状芯分割而成的形状;

非磁性材料的芯间隙构件,所述非磁性材料的芯间隙构件在将多个所述分割芯组合而形成的所述圆环状芯中配置于各所述分割芯之间;

圆环状的散热用壳体,所述圆环状的散热用壳体收纳所述分割芯及所述芯间隙构件;以及

线圈,所述线圈卷绕于所述散热用壳体,

所述散热用壳体由热传导率为100W/(m·K)以上的材料构成,

所述芯间隙构件具备圆筒状或圆环状的第一芯间隙构件和从所述第一芯间隙构件的外周面呈放射状突出的多个第二芯间隙构件。

2.根据权利要求1所述的电抗器,其中,

所述电抗器还具备设置于所述分割芯与所述散热用壳体之间的第一散热用构件。

3.根据权利要求2所述的电抗器,其中,

所述电抗器还具备设置于相邻的所述线圈之间及所述线圈与所述散热用壳体之间的第二散热用构件。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的电抗器,其中,

所述散热用壳体的一个端面为开放端面,

所述散热用壳体在与所述开放端面接触的内周面和外周面的端部分别具有缺口部,

所述线圈沿着所述缺口部卷绕。

5.根据权利要求1至3中任一项所述的电抗器,其中,

所述散热用壳体的一个端面为开放端面,

所述散热用壳体具有从外周面的与所述开放端面接触的端部突出的凸部,

所述凸部固定于冷却器,所述冷却器配置在所述散热用壳体的所述开放端面上。

6.根据权利要求4所述的电抗器,其中,

所述散热用壳体的所述缺口部以沿着所述缺口部卷绕的线圈与所述芯间隙构件不重叠的方式远离所述芯间隙构件而配置。

7.一种电抗器,其中,具备:

软磁性材料的多个分割芯,所述软磁性材料的多个分割芯为在周向上将圆环状芯分割而成的形状;

非磁性材料的芯间隙构件,所述非磁性材料的芯间隙构件在将多个所述分割芯组合而形成的所述圆环状芯中配置于各所述分割芯之间;

圆环状的散热用壳体,所述圆环状的散热用壳体收纳所述分割芯及所述芯间隙构件;以及

线圈,所述线圈卷绕于所述散热用壳体,

所述散热用壳体由热传导率为100W/(m·K)以上的材料构成,

所述芯间隙构件具备:

第一芯间隙构件,所述第一芯间隙构件具有多个缺口部;以及

多个第二芯间隙构件,所述多个第二芯间隙构件插入所述第一芯间隙构件的多个所述

缺口部。

8.根据权利要求7所述的电抗器,其中,

所述第一芯间隙构件为圆筒状,在外周面具有突起物。

9.根据权利要求7所述的电抗器,其中,

所述第一芯间隙构件为圆筒状,

所述第一芯间隙构件的外周面相对于圆筒轴向具有锥形形状。

10.根据权利要求7所述的电抗器,其中,

所述第一芯间隙构件是卷绕成圆筒状的薄板。

11.一种电抗器,其中,具备:

软磁性材料的多个分割芯,所述软磁性材料的多个分割芯为在周向上将圆环状芯分割而成的形状;

非磁性材料的芯间隙构件,所述非磁性材料的芯间隙构件在将多个所述分割芯组合而形成的所述圆环状芯中配置于各所述分割芯之间;

圆环状的散热用壳体,所述圆环状的散热用壳体收纳所述分割芯及所述芯间隙构件;以及

线圈,所述线圈卷绕于所述散热用壳体,

所述芯间隙构件具备:

第一芯间隙构件,所述第一芯间隙构件具有多个缺口部;以及

多个第二芯间隙构件,所述多个第二芯间隙构件插入所述第一芯间隙构件的多个所述缺口部。

12.根据权利要求11所述的电抗器,其中,

所述第一芯间隙构件为圆筒状,在外周面具有突起物。

13.根据权利要求11所述的电抗器,其中,

所述第一芯间隙构件为圆筒状,

所述第一芯间隙构件的外周面相对于圆筒轴向具有锥形形状。

14.根据权利要求11所述的电抗器,其中,

所述第一芯间隙构件是卷绕成圆筒状的薄板。

电抗器

技术领域

[0001] 本发明涉及电抗器。

背景技术

[0002] 近年来,对电力转换装置的小型化及高输出化的需要变高。已知:一般当使电力转换装置包含的半导体元件的开关频率高频化时,电力转换装置包含的电抗器能够小型化。然而,若提高开关频率,则电抗器的芯的发热量增加,而且由于电抗器的小型化而散热面积减小,所以芯的散热性降低。

[0003] 另外,以往的电抗器的芯由热传导率较低的树脂壳体覆盖,且在树脂壳体的周围卷绕有铜或铝的线圈。因此,存在如下问题:从电抗器的芯到线圈外侧的环境的热阻较高,散热性较低。

[0004] 为了得到期望的电特性,在电抗器中,在由芯构成的磁路中设置有空隙(以下,称为“芯间隙”)。由于从芯间隙泄漏的磁通与卷绕的线圈交链,从而产生线圈的涡流损耗。已知:一般当芯间隙的长度变长时,涡流损耗增加。存在如下问题:由于为了提高电抗器的生产性而仅最多设置3处左右的芯间隙,所以每一处的长度变长,线圈的涡流损耗增加。

[0005] 在专利文献1中说明了如下情况:通过在收纳电抗器的散热用壳体的内部填充弹性树脂或绝缘油等,从而提高电抗器的散热性。

[0006] 在先技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2003-197444号公报

发明内容

[0009] 发明要解决的课题

[0010] 然而,在专利文献1的电抗器中,由于芯被热传导性较低的弹性树脂覆盖,所以从芯到散热用壳体的热阻高,芯的散热性低。另外,存在如下问题:由于使用粘接剂等将分割芯结合,所以芯间隙的长度的精度较低,由从芯间隙泄漏的磁通导致的线圈的涡流损耗增加。

[0011] 本发明为了解决上述课题而做出,其目的在于提供芯的散热性高且线圈的涡流损耗小的电抗器。

[0012] 用于解决课题的手段

[0013] 本发明的电抗器具备:在周向上将圆环状芯分割而成的形状的软磁性材料的多个分割芯、在将多个分割芯组合而形成的圆环状芯中配置于各分割芯之间的非磁性材料的芯间隙构件、收纳分割芯及芯间隙构件的圆环状的散热用壳体以及卷绕于散热用壳体的线圈。而且,散热用壳体由热传导率为100W/(m·K)以上的材料构成。

[0014] 发明的效果

[0015] 在本发明的电抗器中,通过使在分割芯中产生的热从散热用壳体散热,从而能够

得到分割芯的较高的散热性。另外，由于芯间隙与分割芯的个数对应地分散设置在多个位置，所以能够减小由于从芯间隙泄漏的磁通与线圈交链而产生的线圈的涡流损耗。本发明的目的、特征、技术方案及优点通过以下的详细说明和附图而变得清楚。

附图说明

[0016] 图1是实施方式1的电抗器的立体图。

[0017] 图2是实施方式1的电抗器的剖视图。

[0018] 图3是实施方式1的电抗器的剖视图。

[0019] 图4是固定用构件的三视图。

[0020] 图5是实施方式2的电抗器的剖视图。

[0021] 图6是实施方式2的变形例1的电抗器的剖视图。

[0022] 图7是实施方式2的变形例2的电抗器的剖视图。

[0023] 图8是实施方式3的电抗器的立体图。

[0024] 图9是实施方式3的电抗器的剖视图。

[0025] 图10是实施方式3的电抗器的剖视图。

[0026] 图11是实施方式4的电抗器的剖视图。

[0027] 图12是实施方式4的电抗器的剖视图。

[0028] 图13是实施方式5的电抗器的剖视图。

[0029] 图14是实施方式5的电抗器的剖视图。

[0030] 图15是第一芯间隙构件的三视图。

[0031] 图16是第二芯间隙构件的三视图。

[0032] 图17是第一芯间隙构件的三视图。

[0033] 图18是第一芯间隙构件的三视图。

[0034] 图19是第一芯间隙构件的三视图。

具体实施方式

[0035] 以下，说明本发明的实施方式。在不同的实施方式中，对相同结构标注同一参照附图标记，不重复其说明。

[0036] <A.实施方式1>

[0037] <A-1.结构>

[0038] 参照图1至图3，说明实施方式1的电抗器1。图1是电抗器1的立体图。在图1中，将水平方向设为x轴，将垂直方向设为y轴，将进深方向设为z轴。图2是xz平面中的电抗器1的剖视图，图3是通过圆环形状的散热用壳体30、31的环的中心的yz平面中的电抗器1的剖视图。

[0039] 电抗器1具备磁性体部件100和卷绕于磁性体部件100的线圈90。磁性体部件100具备多个分割芯10、非磁性材料的芯间隙构件20、散热用壳体30、31及固定用构件60、61。

[0040] 分割芯10是在周向上将一般的圆环状芯分割而成的形状。即，通过将多个分割芯10组合而构成圆环状芯。分割芯10由软磁性材料构成，是压粉铁芯、铁氧体磁芯、非晶磁芯或纳米晶磁芯。在压粉铁芯的情况下，分割芯10的材料例如是纯铁、Fe-Si合金、Fe-Si-Al合金、Ni-Fe合金或Ni-Fe-Mo合金。在铁氧体磁芯的情况下，分割芯10的材料是Mn-Zn类或Ni-

Zn类。在分割芯10上，也可以为了绝缘而涂布粉末树脂。

[0041] 一般来说，压粉铁芯和铁氧体磁芯在用冲压机将粉状的材料成形后通过热处理而形成。此时，由于需要将施加于被冲压的面的压力设为恒定，所以芯越大型化，需要使用冲压能力越高的冲压机。另外，由于成形后的材料在热处理时会收缩，所以当芯大型化时，尺寸的精度变低。非晶磁芯和纳米晶磁芯在将薄的带状材料层叠后通过热处理而形成。它们也与压粉铁芯、铁氧体磁芯同样地，由于在热处理时会收缩，所以当芯大型化时，尺寸的精度变低。但是，由于分割芯10是将圆环状芯分割而成的形状，与圆环状芯相比较小，所以制造较容易，能够减小制造时的尺寸偏差。

[0042] 芯间隙构件20例如由树脂或绝缘纸等非磁性体构成。作为构成芯间隙构件20的树脂，例如，能够使用聚丙烯(PP)、ABS、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚碳酸酯(PC)、氟树脂、酚醛树脂、密胺树脂、聚氨酯、环氧树脂或硅酮树脂。另外，作为构成芯间隙构件20的绝缘纸，例如能够使用牛皮纸浆、芳族聚酰胺或纤维。

[0043] 芯间隙构件20是将圆筒部23和从圆筒部23的外周面呈放射状突出的多个薄板部24一体成形的结构。芯间隙构件20的圆筒部23配置成：其外周面与将多个分割芯10组合而形成的圆环状芯的内周面接触。多个分割芯10配置在利用芯间隙构件20的多个薄板部24分隔而成的圆筒部23的外侧的空间中。因此，芯间隙构件20的薄板部24的厚度成为芯间隙的长度。

[0044] 在压粉铁芯的情况下，由于相对磁导率较小，为26至150左右，所以，以芯间隙的合计长度成为0.1至2mm左右的方式确定芯间隙构件20的薄板部24的厚度。在铁氧体磁芯的情况下，由于相对磁导率较高，为1500至4000，所以，以芯间隙的合计长度成为0.1至20mm左右这样较长的长度的方式确定芯间隙构件20的薄板部24的厚度。由于若分割芯10的数量越多且芯间隙的数量越多，则一个芯间隙的长度变得越短，所以能够降低由于从芯间隙泄漏的磁通与线圈90交链而产生的线圈90的涡流损耗。

[0045] 也可以通过在垂直方向上重叠多个芯间隙构件从而构成芯间隙构件20。另外，为了使制造变容易，也可以在与分割芯10接触的芯间隙构件20的一部分或全部面上涂布粘接剂，并将芯间隙构件20固定于分割芯10。此外，芯间隙构件20也可以具备圆环部来代替圆筒部23。

[0046] 散热用壳体30、31为一个端面开放的圆环形状。散热用壳体30、31从相互相反方向收纳分割芯10及芯间隙构件20。另外，散热用壳体30具有从外周面垂直地突出的凸部301，在凸部301形成有固定孔70。同样地，散热用壳体31也具有从外周面垂直地突出的凸部311，在凸部311形成有固定孔70。如图3所示，通过固定用构件61与散热用壳体30、31的固定孔拧合，从而将散热用壳体30、31紧固。散热用壳体30、31例如由铜、铝、金、银、硅或镍等热传导率为100W/(m·K)以上的热传导率较高的材料构成。

[0047] 在图2及图3中示出两个凸部311及两个固定孔70。但是，散热用壳体30、31中的固定孔70不限于两个，也可以是三个以上。另外，固定孔70不限于螺纹孔，也可以是光孔。

[0048] 另外，在图1中，以同一形状示出散热用壳体30、31。通过使散热用壳体30、31为同一形状，从而能够实现低成本化。但是，散热用壳体30、31只要是与分割芯10的一部分或全部面接触的形状，则也可以是相互不同的形状。散热用壳体30、31越厚，则热扩散性越优异，但考虑制造的容易性，优选1至5mm左右的厚度。

[0049] 为了使散热用壳体30与散热用壳体31不直接接触，在两者之间配置有固定用构件60。固定用构件60例如由树脂、绝缘纸或非导电性粘接剂构成。构成固定用构件60的树脂例如是聚丙烯(PP)、ABS、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚碳酸酯(PC)、氟树脂、酚醛树脂、密胺树脂、聚氨酯、环氧树脂或硅酮树脂。构成固定用构件60的绝缘纸例如是牛皮纸浆、芳族聚酰胺或纤维。

[0050] 图4是固定用构件60的三视图。固定用构件60具备与散热用壳体30、31的外周面接触的环状部601和从环状部601突出的两个凸部602。凸部602是与散热用壳体30、31的凸部301、311接触的部分，与固定孔70对应地具备供固定用构件61插入的固定孔603。即，通过将固定用构件61插入散热用壳体30的固定孔70、固定用构件60的固定孔603及散热用壳体31的固定孔70，从而散热用壳体30经由固定用构件60与散热用壳体31固定。

[0051] 此外，图4所示的固定用构件60的形状是固定用构件60由树脂或绝缘纸构成的情况下的例子。在固定用构件60为非导电性粘接剂的情况下，由于利用固定用构件60固定散热用壳体30和散热用壳体31，所以散热用壳体30、31可以不具备固定孔70。

[0052] 由于电流在线圈90中流动，所以线圈90由电阻率较低的铜或铝等构成。为了防止相邻的线圈90的短路，优选在线圈90附加绝缘覆膜或卷绕绝缘纸。从防止相邻的线圈90的短路的观点出发，绝缘覆膜或绝缘纸的厚度优选0.001至0.1mm左右。

[0053] <A-2.制造方法>

[0054] 接着，说明电抗器1的制造方法。

[0055] 首先，在散热用壳体31中收纳分割芯10和芯间隙构件20。在该状态下，分割芯10和芯间隙构件20，它们的下部收纳于散热用壳体31，它们的上部从散热用壳体31突出。接着，在散热用壳体31的开放端面配置固定用构件60。并且，用散热用壳体30收纳分割芯10和芯间隙构件20的上部。然后，将固定用构件61紧固于散热用壳体30、31的固定孔70，形成磁性体部件100。最后，在磁性体部件100卷绕线圈90，形成电抗器1。

[0056] <A-3.效果>

[0057] 从电抗器1的分割芯10产生的热沿着以下两个路径，散热到电抗器1的外部的环境(以下，仅称为“环境”)中。

[0058] 散热路径1：分割芯10→散热用壳体30、31→线圈90→环境

[0059] 散热路径2：分割芯10→散热用壳体30、31→环境

[0060] 如上所述，由于散热用壳体30、31由热传导率为100W/(m·K)以上的热传导率较高的材料构成，所以热阻较小。因此，散热路径2的热阻充分小。另外，线圈90的绝缘覆膜或卷绕于线圈90的绝缘纸为0.001至0.1mm左右，所以热阻较小。并且，由于线圈90自身为铜或铝，热传导率较高，为100W/(m·K)以上，所以热阻较小。因此，散热路径1的热阻也与以往的结构相比充分小。即，由于散热路径1、2均热阻较小，所以在电抗器1中能够得到分割芯10的较高的散热性。

[0061] 另外，通过将芯间隙构件20的圆筒部23的外周面配置成与将多个分割芯10组合而构成的圆环状芯的内周面接触，从而分割芯10被推入散热用壳体30、31的外周侧，与散热用壳体30、31的外周面接触。通过使在分割芯10中产生的热从线圈90的发热不集中的散热用壳体30、31的外周面散热，而不是从线圈90的发热集中的散热用壳体30、31的内周面散热，从而能够得到分割芯10的较高的散热性。

[0062] 并且，由于通过将多个分割芯10组合而构成大型的圆环状芯，所以能够使由分割芯10的制造偏差导致的特性分布最小化。由此，防止在大型的圆环状芯中产生的局部发热量增加等，圆环状芯的发热分布均匀，能够得到较高的散热性。

[0063] 另外，由于能够利用芯间隙构件20的薄板部24的厚度高精度地调整芯间隙的长度，所以由芯间隙的偏差引起的电气性能的偏差得到抑制。

[0064] 并且，由于芯间隙分散在多个位置，所以由于从芯间隙泄漏的磁通与线圈90交链而产生的线圈90的涡流损耗降低。

[0065] 这样，实施方式1的电抗器1具备：在周向上将圆环状芯分割而成的形状的软磁性材料的多个分割芯10、在将多个分割芯10组合而形成的圆环状芯中配置于各分割芯10之间的非磁性材料的芯间隙构件20、收纳分割芯10及芯间隙构件20的圆环状的散热用壳体30、31以及卷绕于散热用壳体30、31的线圈90。而且，散热用壳体30、31由热传导率为100W/(m·K)以上的材料构成。通过以上结构，能够使在分割芯10中产生的热从散热用壳体30、31散热，能够提高分割芯10的散热性。另外，由于芯间隙与分割芯10的个数对应地分散设置在多个位置，所以能够降低由于从芯间隙泄漏的磁通与线圈90交链而产生的线圈90的涡流损耗。另外，通过分割芯10的较高的散热性和线圈90的涡流损耗的降低，构成电抗器1的构件的温度上升降低，实现了电抗器1的大容量化、小型化、低成本化。

[0066] <B.实施方式2>

[0067] <B-1.结构>

[0068] 以下说明实施方式2的电抗器2的结构。电抗器2的立体图如图1所示，与实施方式1的电抗器1相同。图5是通过散热用壳体30、31的环的中心的yz平面中的电抗器2的剖视图。

[0069] 电抗器2在分割芯10的上表面与散热用壳体30之间、且在分割芯10的下表面与散热用壳体31之间具备第一散热用构件80。除第一散热用构件80以外的电抗器2的结构与实施方式1的电抗器1的结构相同。这样，通过在分割芯10与散热用壳体30、31之间设置第一散热用构件80，从而与分割芯10和散热用壳体30、31直接接触的情况相比，两者间的接触热阻降低，分割芯10的散热性变高。另外，通过第一散热用构件80吸收分割芯10及散热用壳体30、31的尺寸偏差，从而分割芯10和散热用壳体30、31的经由第一散热用构件80的接触面积在产品间存在偏差的情况得到抑制。

[0070] 第一散热用构件80由树脂或橡胶构成。构成第一散热用构件80的树脂例如是聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、聚苯硫醚(PPS)或聚醚醚酮(PEEK)，也可以除这些材料外还含有热传导性填充剂。构成第一散热用构件80的橡胶例如是硅酮树脂或聚氨酯。第一散热用构件80可以具有刚性，也可以具有挠性。为了吸收分割芯10及散热用壳体30、31的尺寸偏差，第一散热用构件80的厚度优选为0.1至3mm左右。

[0071] <B-2.变形例>

[0072] 以下说明实施方式2的变形例1的电抗器2A的结构。电抗器2A的立体图如图1所示，与实施方式1的电抗器1相同。图6是通过散热用壳体30、31的环的中心的yz平面中的电抗器2A的剖视图。电抗器2A在分割芯10与散热用壳体30、31之间具备第一散热用构件81。除了在分割芯10的上表面与散热用壳体30之间、以及分割芯10的下表面与散热用壳体31之间，在分割芯10的外周面与散热用壳体30、31之间也形成有第一散热用构件81。除了上述第一散热用构件80的材料之外，第一散热用构件81也能够使用具有流动性的环氧树脂等树脂材

料。

[0073] 在电抗器2A中第一散热用构件81覆盖分割芯10的面比在电抗器2中第一散热用构件80覆盖分割芯10的面多。因此，根据电抗器2A，与电抗器2相比，分割芯10与散热用壳体30、31之间的接触热阻降低。

[0074] 另外，由于利用第一散热用构件81固定散热用壳体30、31，所以在散热用壳体30、31不需要固定孔70。由于无需在散热用壳体30、31的外周面形成用于设置固定孔70的凸部301、311，所以能够简化散热用壳体30、31的结构。另外，能够省略将固定用构件61紧固于散热用壳体30、31的制造工序。

[0075] 以下说明实施方式2的变形例2的电抗器2B的结构。图7是通过散热用壳体30、31的环的中心的yz平面中的电抗器2B的剖视图。通过在形成电抗器2A后由第二散热用构件82覆盖散热用壳体30、31的周围从而得到电抗器2B。第二散热用构件82由具有流动性的环氧树脂等树脂材料或者硅酮树脂或聚氨酯等橡胶材料构成。由此，在相邻的线圈90之间或线圈90与散热用壳体30、31之间填充有第二散热用构件82。因此，根据电抗器2B，与电抗器2A相比，能够提高分割芯10的散热性。

[0076] <B-3.效果>

[0077] 实施方式2的电抗器2或实施方式2的变形例1的电抗器2A具备设置于分割芯10与散热用壳体30、31之间的第一散热用构件80或第一散热用构件81。因此，分割芯10与散热用壳体30、31的接触热阻变小，分割芯10的散热性变高。另外，由于第一散热用构件80、81吸收分割芯10和散热用壳体30、31的尺寸偏差，所以分割芯10和散热用壳体30、31的经由第一散热用构件80、81的接触面积的偏差得到抑制。

[0078] 实施方式2的变形例2的电抗器2B具备设置于相邻的线圈90之间及线圈90与散热用壳体30、31之间的第二散热用构件82。因此，能够得到较高的散热性。

[0079] <C.实施方式3>

[0080] <C-1.结构>

[0081] 参照图8至图10，说明实施方式3的电抗器3。图8是电抗器3的立体图。在图8中，将水平方向设为x轴，将垂直方向设为y轴，将进深方向设为z轴。图9是xz平面中的电抗器3的剖视图，图10是通过圆环形状的散热用壳体33的环的中心的yz平面中的电抗器3的剖视图。

[0082] 电抗器3具备散热用壳体33来代替电抗器1的散热用壳体30、31，并在分割芯10的上表面具备第三散热用构件83。除散热用壳体33和第三散热用构件83以外的电抗器3的结构与实施方式1的电抗器1相同。

[0083] 散热用壳体33为一个端面成为开放端面的圆环形状，并收纳分割芯10及芯间隙构件20。散热用壳体33在外周面的端部中的与开放端面接触的端部具有缺口部50。另外，散热用壳体33在内周面的端部中的与开放端面接触的端部具有缺口部51。线圈90沿着缺口部50、51卷绕于散热用壳体33。通过缺口部50、51成为线圈90的引导件，从而使通过手动操作进行的线圈90的卷绕变得容易，另外，防止卷绕次数的错误。因此，电抗器3的制造成本降低。

[0084] 如图9所示，散热用壳体33的外周面的缺口部50以沿着缺口部50卷绕的线圈90不与线圈间隙重合的方式与芯间隙构件20的薄板部24分离地配置。由此，从芯间隙泄漏的磁通与线圈90交链而产生的涡流损耗降低。

[0085] 散热用壳体33例如能够使用铜、铝、金、银或硅等热传导率为100W/(m·K)以上的热传导率较高的材料。散热用壳体33越厚，则热扩散性越优异，但考虑制造的容易性，优选1至5mm左右的厚度。

[0086] 第三散热用构件83是圆环形状的板状或块。第三散热用构件83例如使用铜、铝、金、银、硅或镍等热传导率为100W/(m·K)以上的热传导率较高的材料。第三散热用构件83越厚，则热扩散性越优异，但考虑制造的容易性，优选1至5mm左右的厚度。第三散热用构件83可以与散热用壳体33接触。但是，设为如下结构：使第三散热用构件83的宽度w2比散热用壳体33的宽度w1小，第三散热用构件83不与散热用壳体33的外周面的缺口部50和内周面的缺口部51同时接触。由此，散热用壳体33和第三散热用构件83相对于分割芯10的截面不成为1匝绕组。

[0087] <C-2.效果>

[0088] 在实施方式3的电抗器3中，散热用壳体33的一个端面为开放端面，散热用壳体33在与开放端面接触的内周面和外周面的端部分别具有缺口部50、51，线圈90沿着缺口部50、51卷绕。因此，将缺口部50、51作为引导件，能够容易地进行通过手动操作进行的线圈90的卷绕。另外，防止卷绕次数的错误。由此，电抗器3的制造成本降低。

[0089] <D.实施方式4>

[0090] <D-1.结构>

[0091] 参照图11及图12，说明实施方式4的电抗器4。图11是xz平面中的电抗器4的剖视图，图12是通过圆环形状的散热用壳体34的环的中心的yz平面中的电抗器4的剖视图。

[0092] 电抗器4具备散热用壳体34来代替电抗器3的散热用壳体33。除散热用壳体34以外的电抗器4的结构与实施方式3的电抗器3相同。

[0093] 散热用壳体34的一个端面是开放的开放端面。在散热用壳体34的外周面的端部中的与开放端面接触的端部，设置有从该端部向散热用壳体34的外方突出的凸部341。例如通过将实施方式3的散热用壳体33的外周面中的两个缺口部50所夹着的部分呈L字折弯从而形成凸部341。除散热用壳体34的凸部341以外的结构与实施方式3的散热用壳体33相同。在凸部341设置有固定孔72，并使用插入固定孔72中的固定用构件62将散热用壳体34固定于冷却器200。

[0094] 冷却器200在覆盖散热用壳体34的开放端面的状态下固定于散热用壳体34。因此，在分割芯10中产生的热经由散热用壳体34向冷却器200散热。另外，在线圈90中产生的热经由第三散热用构件83向冷却器200散热。由于从冷却器200到环境的热阻非常小，所以通过使冷却器200的表面积比散热用壳体34的表面积大，从而分割芯10和线圈90的散热性变高。

[0095] 冷却器200例如使用铜、铝、金、银、硅或镍等热传导率为100W/(m·K)以上的热传导率较高的材料。冷却器200的冷却方式可以是自然空冷、强制空冷或液冷等任何方式。

[0096] 在分割芯10与冷却器200之间或线圈90与冷却器200之间需要绝缘耐压，在通过分割芯10或线圈90的绝缘覆膜不能确保足够的绝缘耐压的情况下，可以在分割芯10与冷却器200之间或线圈90与冷却器200之间设置树脂或绝缘纸作为绝缘材料。在该情况下，树脂例如是聚丙烯(PP)、ABS、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚碳酸酯(PC)、氟树脂、酚醛树脂、密胺树脂、聚氨酯、环氧树脂或硅酮树脂、或者含有热传导性填充剂的聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、聚苯硫醚(PPS)或聚醚醚酮(PEEK)。另外，作为绝缘纸，例如能够使用牛皮纸浆、芳族

聚酰胺或纤维。

[0097] 在设置上述绝缘材料的情况下，分割芯10与冷却器200之间的热阻增加。但是，由于冷却器200与环境之间的热阻较低，所以分割芯10和线圈90的散热性没有问题。另外，能够在分割芯10与冷却器200之间或线圈90与冷却器200之间确保足够的绝缘耐压。

[0098] <D-2.效果>

[0099] 在实施方式4的电抗器4中，散热用壳体34的一个端面是开放的开放端面，散热用壳体34具有从外周面的与开放端面接触的端部突出的凸部341，凸部341固定于冷却器200，所述冷却器200配置在散热用壳体34的开放端面上。由此，由于能够使在分割芯10或线圈90中产生的热散热到冷却器200，所以分割芯10和线圈90的散热性提高。

[0100] <E.实施方式5>

[0101] 在实施方式1至4中，将芯间隙构件20设为圆筒部23和多个薄板部24一体成形的结构并示出。与此相对，在实施方式5中，以独立成形的多个构件的组合构成芯间隙构件20。在以下的说明中，作为以独立成形的多个构件的组合构成实施方式1的芯间隙构件20的例子，说明实施方式5的电抗器5。但是，本实施方式也能够应用于实施方式2至实施方式4。

[0102] <E-1.结构>

[0103] 参照图13至图16，说明实施方式5的电抗器5。电抗器5的立体图如图1所示，与实施方式1的电抗器1相同。图13是xz平面中的电抗器5的剖视图，图14是通过圆环形状的散热用壳体31的环的中心的yz平面中的电抗器5的剖视图。图15是第一芯间隙构件21的三视图，图16是第二芯间隙构件22的三视图。

[0104] 将圆筒状的第一芯间隙构件21和薄板状的多个第二芯间隙构件22组合而构成电抗器5的芯间隙构件20。除芯间隙构件20以外的电抗器5的结构与实施方式1的电抗器1的结构相同。

[0105] 如图15所示，圆筒状的第一芯间隙构件21具有与第二芯间隙构件22的个数对应的8个缺口部52。另一方面，如图16所示，薄板状的第二芯间隙构件22具有与第一芯间隙构件21的缺口部52对应的缺口部53。通过以第二芯间隙构件22的缺口部53与第一芯间隙构件21的缺口部52相匹配的方式将第二芯间隙构件22插入第一芯间隙构件21的缺口部52，从而将两者组合而形成芯间隙构件20。

[0106] 第一芯间隙构件21及第二芯间隙构件22由树脂或绝缘纸等非磁性体构成。构成第一芯间隙构件21及第二芯间隙构件22的树脂例如是聚丙烯(PP)、ABS、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚碳酸酯(PC)、氟树脂、酚醛树脂、密胺树脂、聚氨酯、环氧树脂或硅酮树脂。构成第一芯间隙构件21及第二芯间隙构件22的绝缘纸例如是牛皮纸浆、芳族聚酰胺或纤维。

[0107] 在图15中，示出8个缺口部52，其数量与第二芯间隙构件22的个数对应。如果第二芯间隙构件22的数量变化，则与之对应地缺口部52的数量也变化。另外，在本实施方式中，将第一芯间隙构件21设为圆筒状，将第二芯间隙构件22设为薄板状。根据该例子，由于第一芯间隙构件21及第二芯间隙构件22的形状较简单，所以能够降低制造成本。但是，第一芯间隙构件21及第二芯间隙构件22的形状不限于这些形状。

[0108] <E-2.效果>

[0109] 在实施方式5的电抗器中，芯间隙构件20具备：具有多个缺口部52的第一芯间隙构件21、以及插入第一芯间隙构件21的多个缺口部52中的多个第二芯间隙构件。这样，通过利

用多个构件的组合构成芯间隙构件20，从而能够容易地制造芯间隙构件20。

[0110] <F.实施方式6>

[0111] 在实施方式5中，说明了以圆筒状的第一芯间隙构件21和薄板状的第二芯间隙构件22的组合构成芯间隙构件20。在实施方式6中，说明第一芯间隙构件21的各种变形例。此外，本实施方式也能够应用于实施方式2至实施方式4。

[0112] <F-1.结构>

[0113] 图17是第一芯间隙构件25的三视图。第一芯间隙构件25除了在圆筒部的外周面具有突起物26之外，与第一芯间隙构件21相同。

[0114] 第一芯间隙构件25带来的效果如下。在电抗器的制造工序中，当在散热用壳体31中插入第一芯间隙构件25后，将分割芯10插入散热用壳体31。此时，分割芯10与第一芯间隙构件25的突起物26抵接并被推出到散热用壳体31的外周部。因此，分割芯10与散热用壳体31的外周面可靠地接触，在实施方式1中说明的分割芯10的散热性变得更高。

[0115] 图18是第一芯间隙构件27的三视图。第一芯间隙构件27除了相对于圆筒轴向为锥形形状之外，与第一芯间隙构件21相同。

[0116] 第一芯间隙构件27带来的效果如下。在电抗器的制造工序中，当在散热用壳体31中插入第一芯间隙构件27后，将分割芯10插入散热用壳体31。此时，分割芯10与第一芯间隙构件27抵接。由于第一芯间隙构件27相对于圆筒轴向为锥形形状，所以分割芯10被推出到散热用壳体31的外周部，与散热用壳体31的外周面可靠地接触。因此，在实施方式1中说明的分割芯10的散热性进一步变高。

[0117] 图19是第一芯间隙构件28的三视图。第一芯间隙构件28是卷绕成圆筒状的薄板，在其厚度方向上具有与第二芯间隙构件22的个数对应的8个缺口部54。缺口部54供第二芯间隙构件22插入，具有与第一芯间隙构件21中的缺口部52相同的功能。

[0118] 第一芯间隙构件28带来的效果如下。在电抗器的制造工序中，第一芯间隙构件28被卷绕成圆筒状并插入散热用壳体31。其后，将分割芯10插入散热用壳体31。此时，第一芯间隙构件28由于想要恢复为薄板状的应力而向散热用壳体31的外周扩展。通过该应力，分割芯10被推出到散热用壳体31的外周部，与散热用壳体31的外周面可靠地接触。因此，在实施方式1中说明的分割芯10的散热性进一步变高。

[0119] <F-2.效果>

[0120] 第一芯间隙构件25为圆筒状，在外周面具有突起物26。在第一芯间隙构件25被用于电抗器的情况下，插入散热用壳体31的分割芯10与第一芯间隙构件25的突起物26抵接并被推出到散热用壳体31的外周部。因此，分割芯10与散热用壳体31的外周面可靠地接触，散热性变高。

[0121] 第一芯间隙构件27为圆筒状，第一芯间隙构件27的外周面相对于圆筒轴向具有锥形形状。在第一芯间隙构件27被用于电抗器的情况下，插入散热用壳体31的分割芯10沿着第一芯间隙构件27的外周面被推出到散热用壳体31的外周部，与散热用壳体31的外周面可靠地接触。由此，分割芯10的散热性变高。

[0122] 第一芯间隙构件28是卷绕成圆筒状的薄板。在第一芯间隙构件28被用于电抗器的情况下，第一芯间隙构件28被卷绕成圆筒状并插入散热用壳体31。因此，插入散热用壳体31的分割芯10由于第一芯间隙构件28想要恢复为薄板状的应力而被推出到散热用壳体31的

外周部，与散热用壳体31的外周面可靠地接触。由此，分割芯10的散热性变高。

[0123] 此外，本发明在其发明的范围内，能够将各实施方式自由地组合，或者能够对各实施方式适当地进行变形或省略。以上详细地说明了本发明，但上述说明在全部技术方案中为例示，本发明不限定于此。当然能够在不脱离本发明的范围的情况下得到未被示例的无数个变形例。

[0124] 附图标记的说明

[0125] 1、2、2A、2B、3、4、5电抗器，10分割芯，20芯间隙构件，21、25、27、28第一芯间隙构件，22第二芯间隙构件，23圆筒部，24薄板部，26突起物，30、31、33、34散热用壳体，50、51、52、53、54缺口部，60、61、62固定用构件，70、72、603固定孔，80、81第一散热用构件，82第二散热用构件，83第三散热用构件，90线圈，100磁性体部件，200冷却器，301、311、341、602凸部，601环状部。

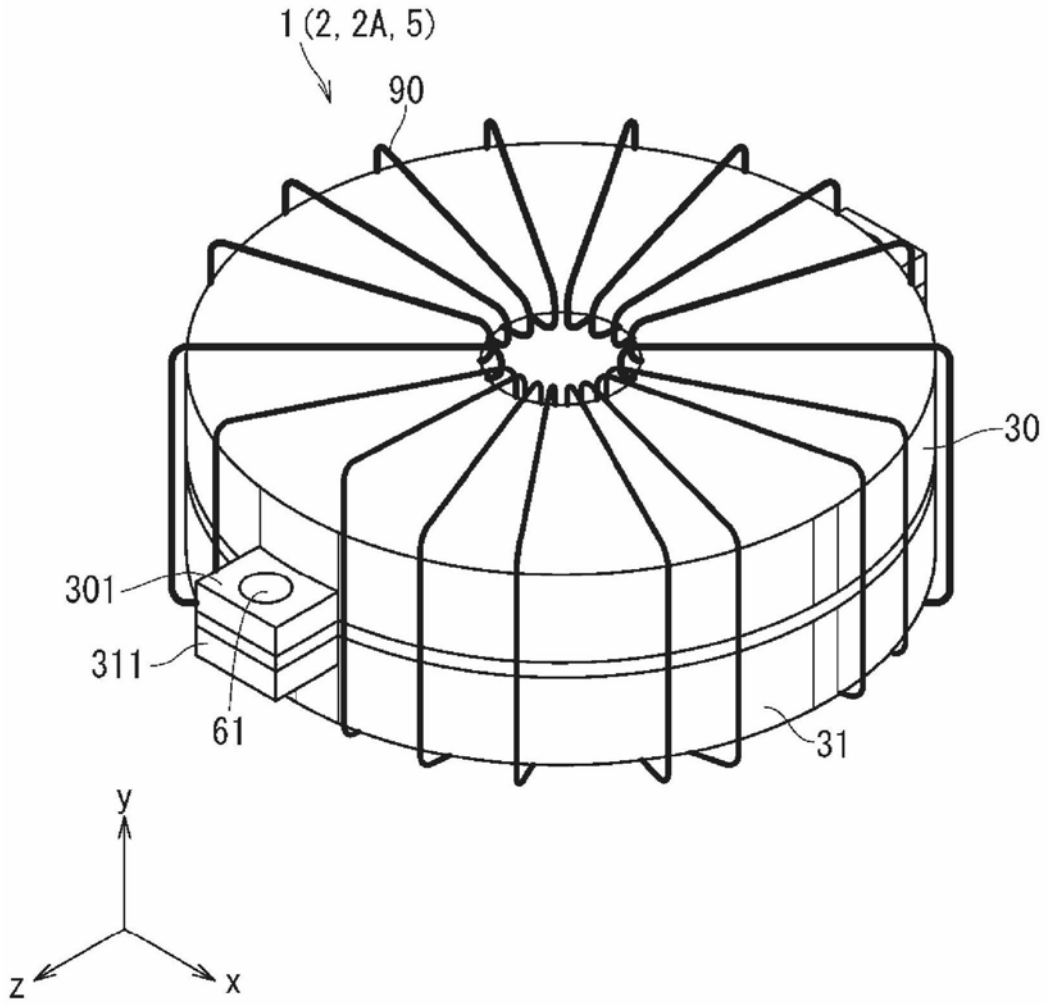


图1

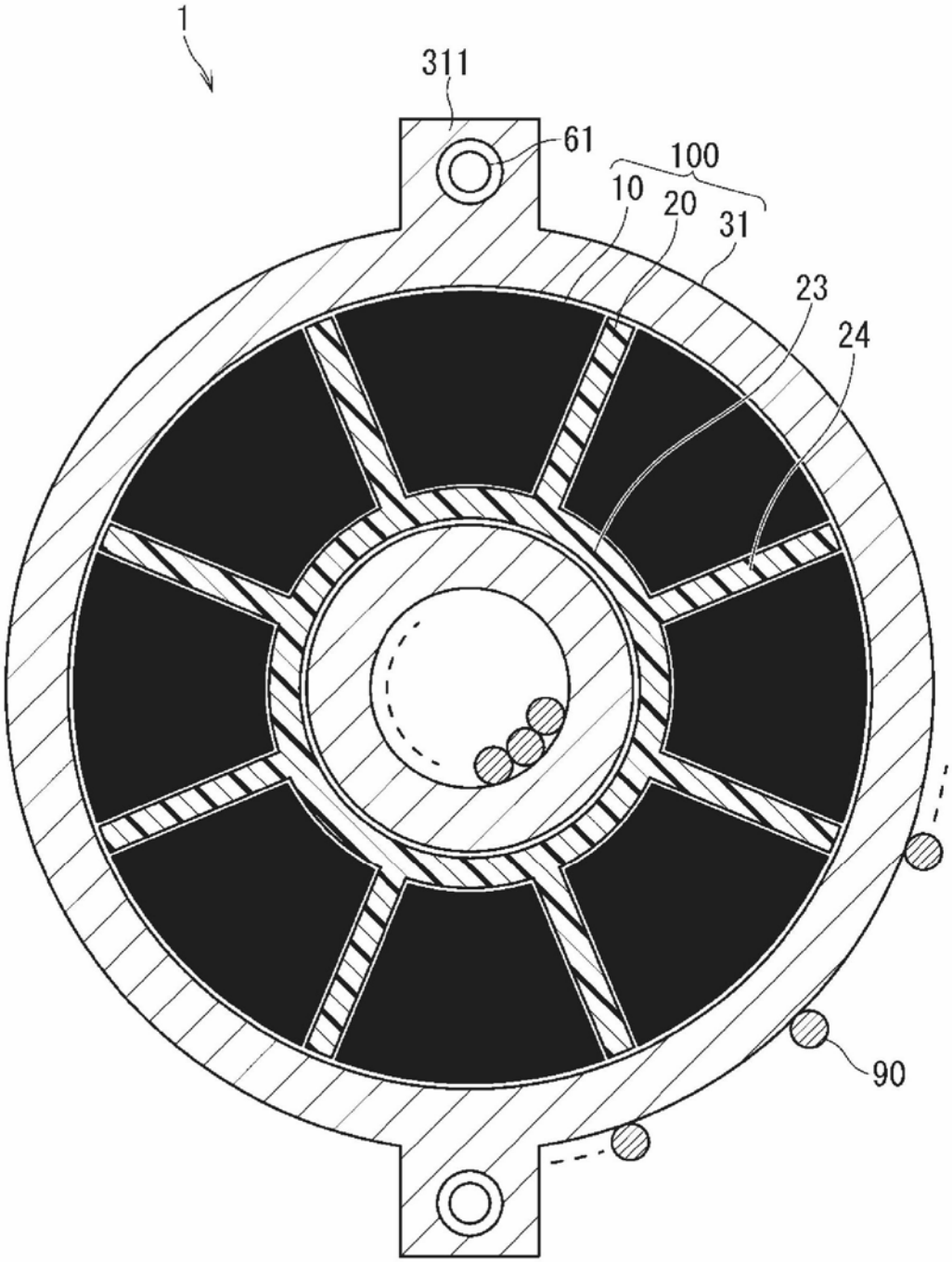


图2

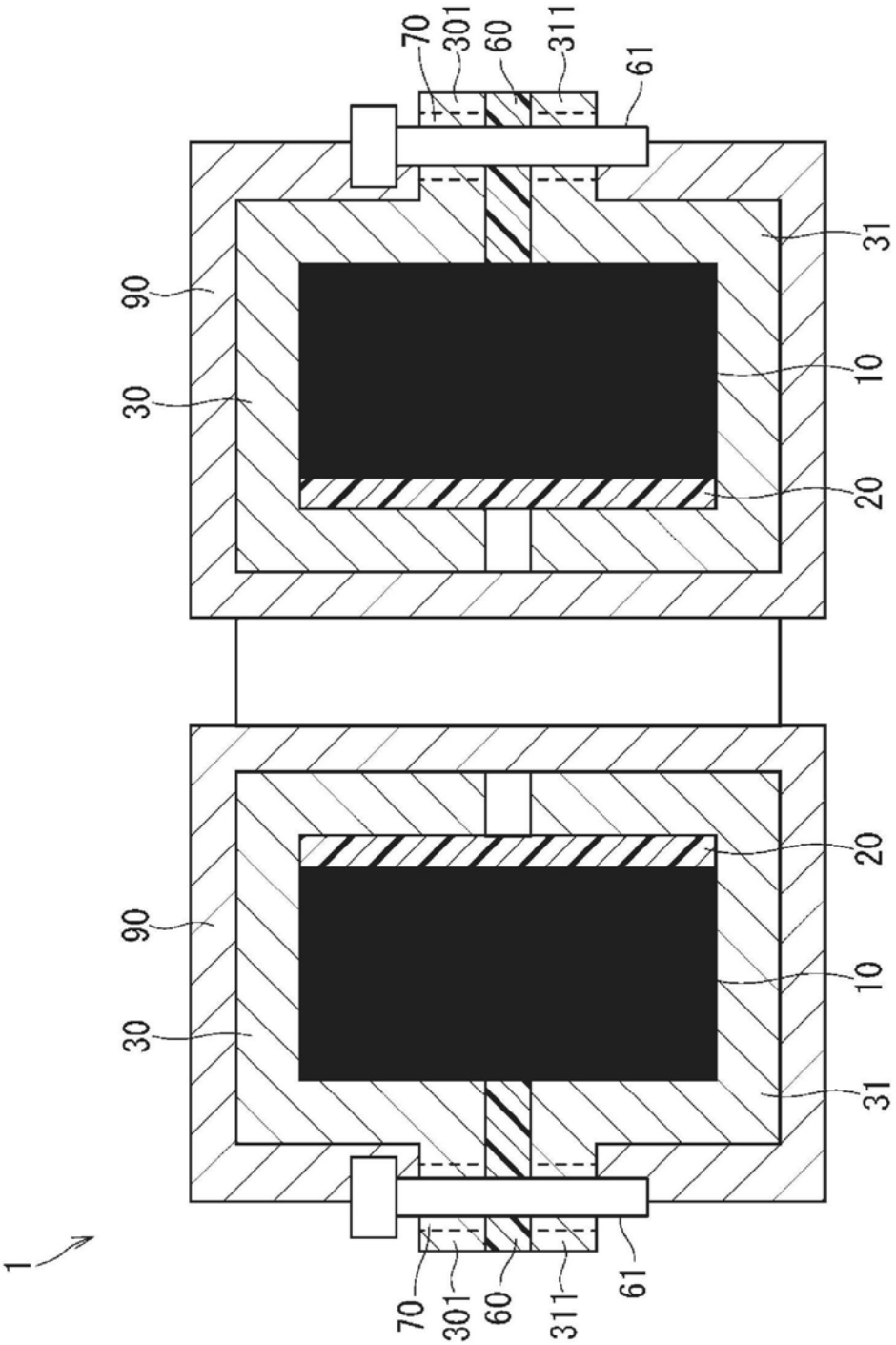


图3

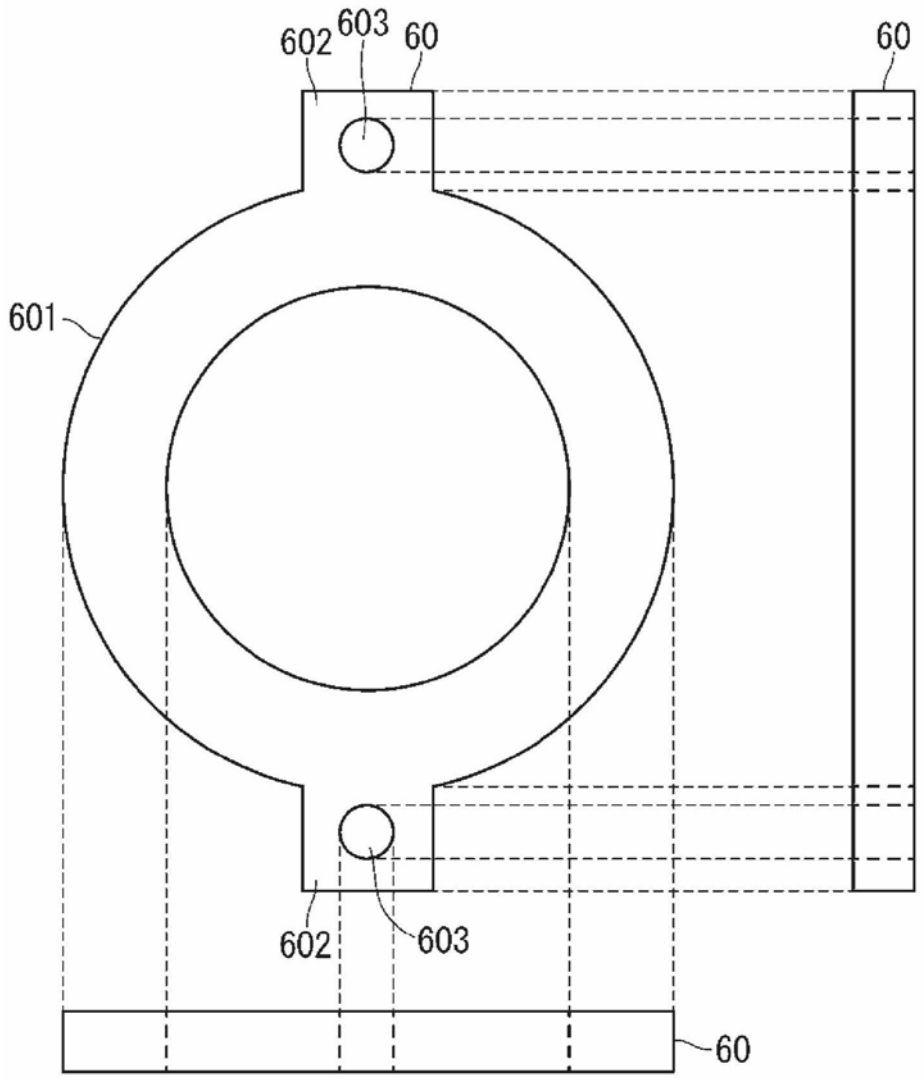


图4

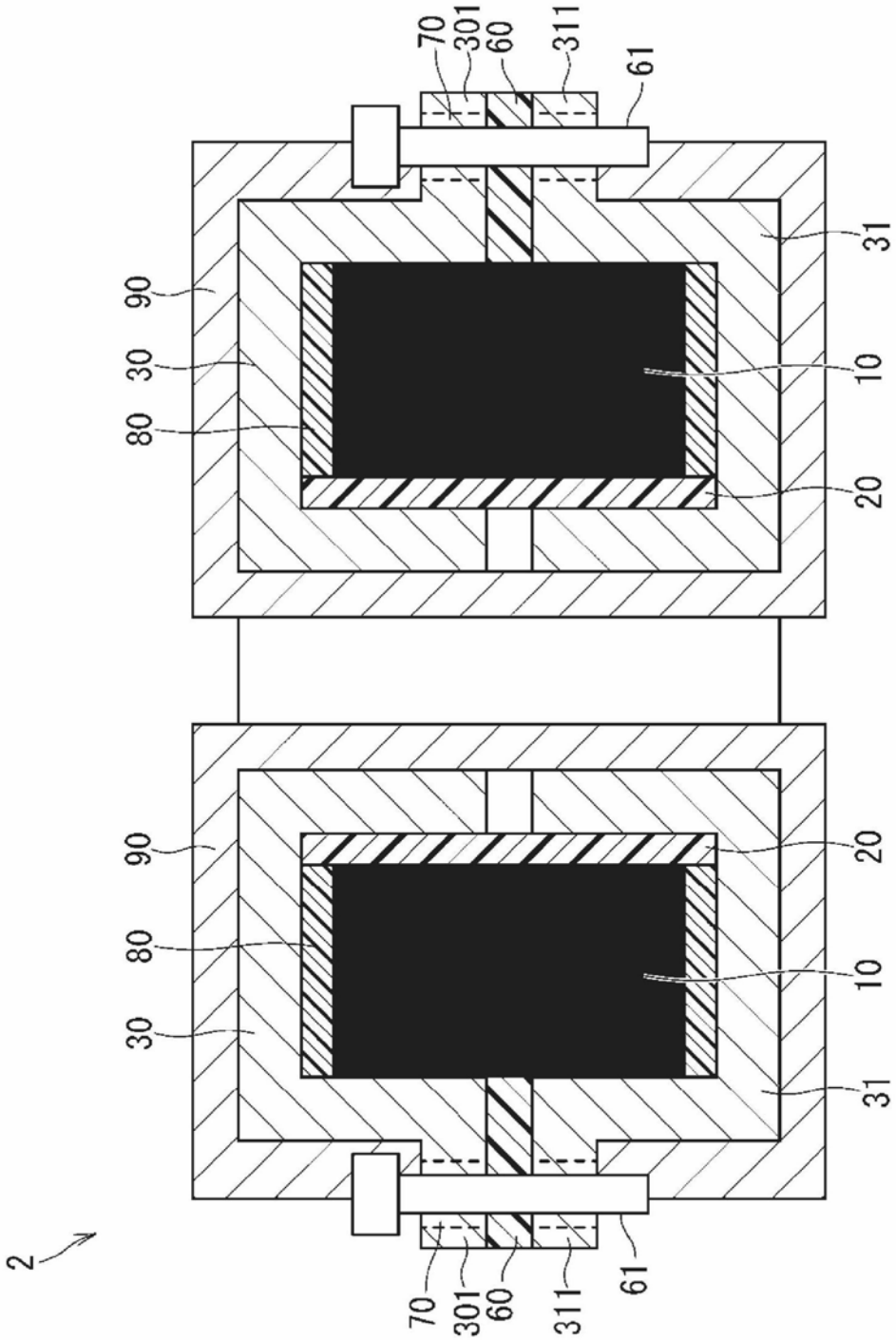


图5

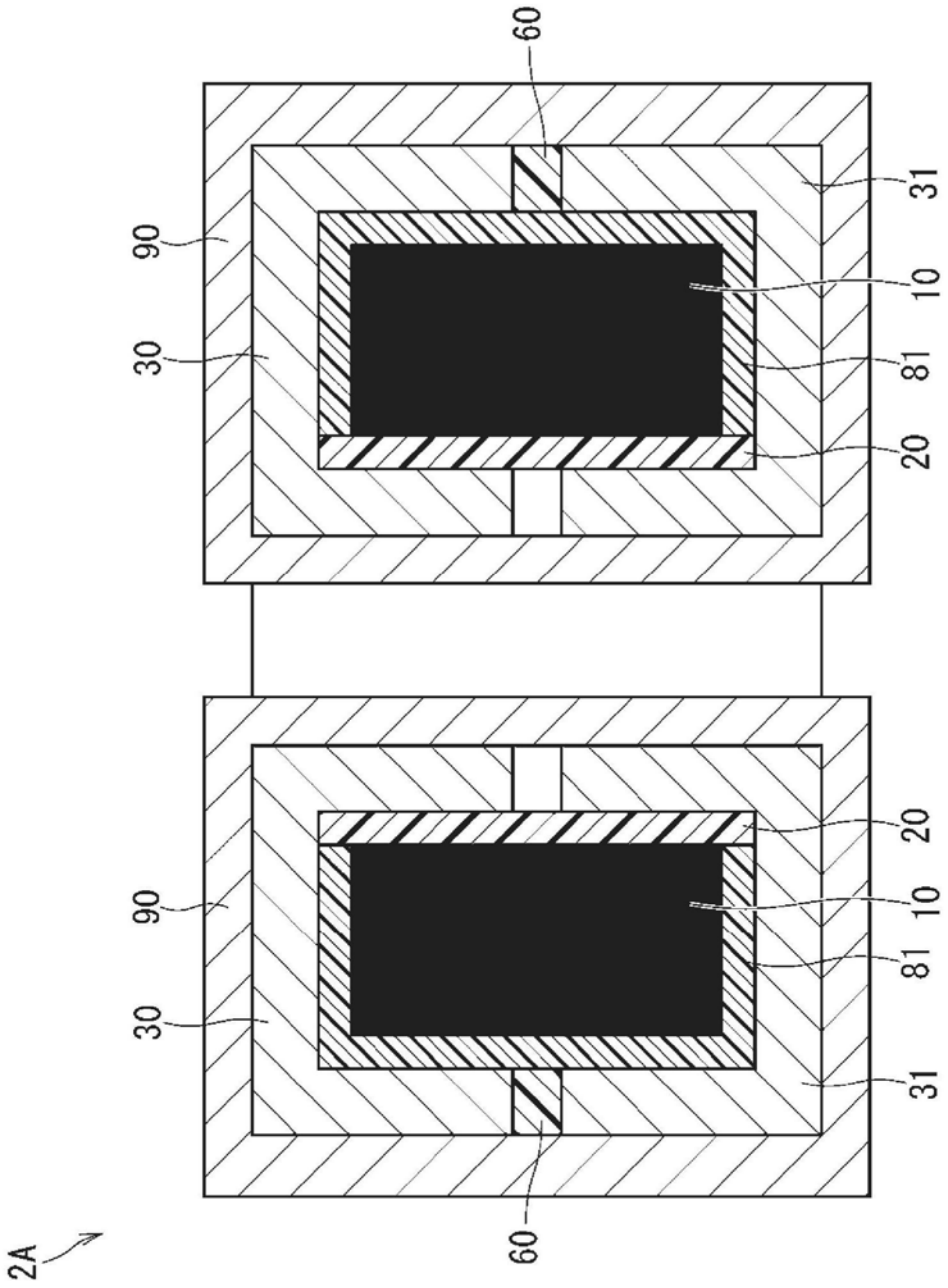


图6

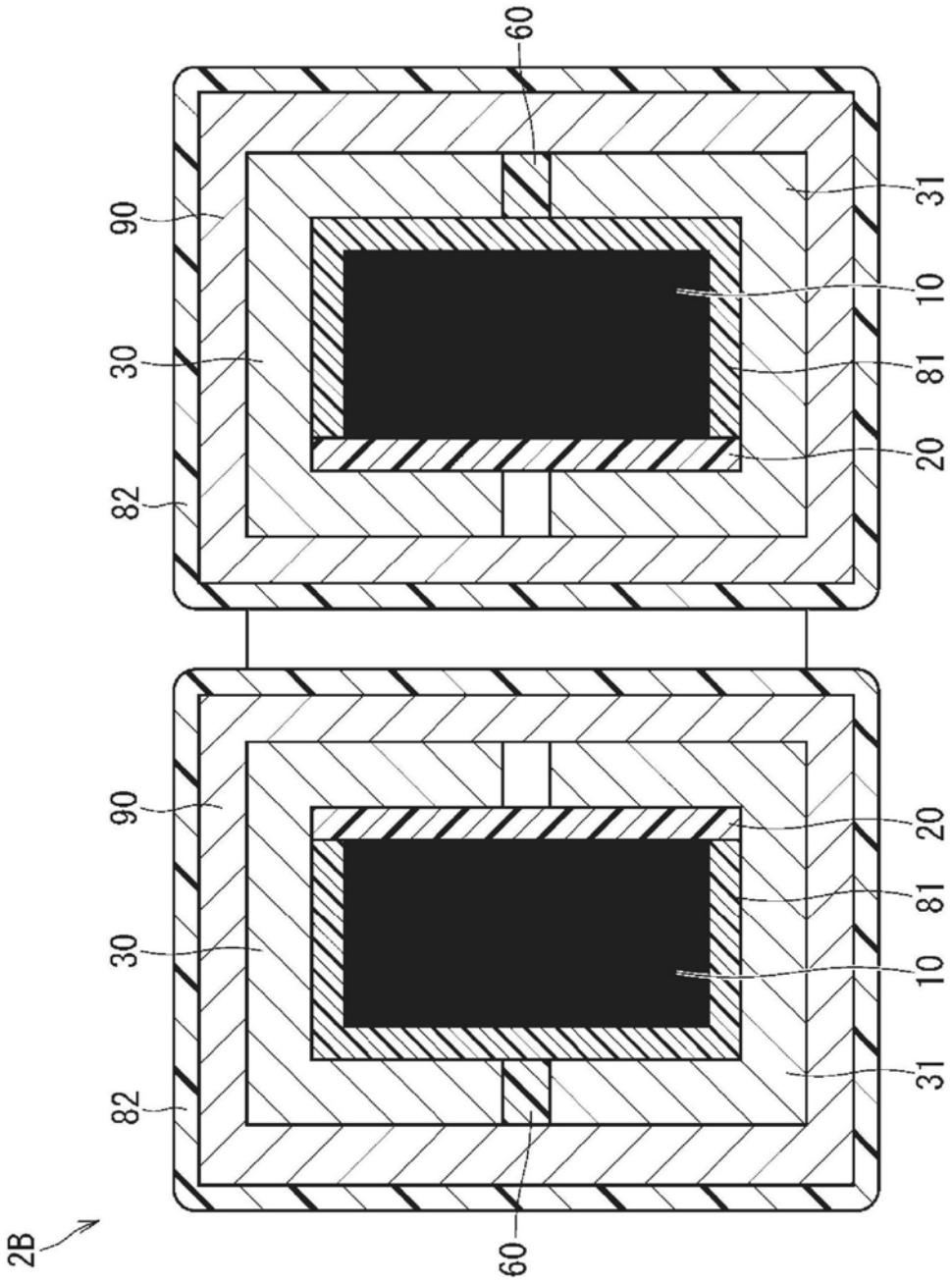


图7

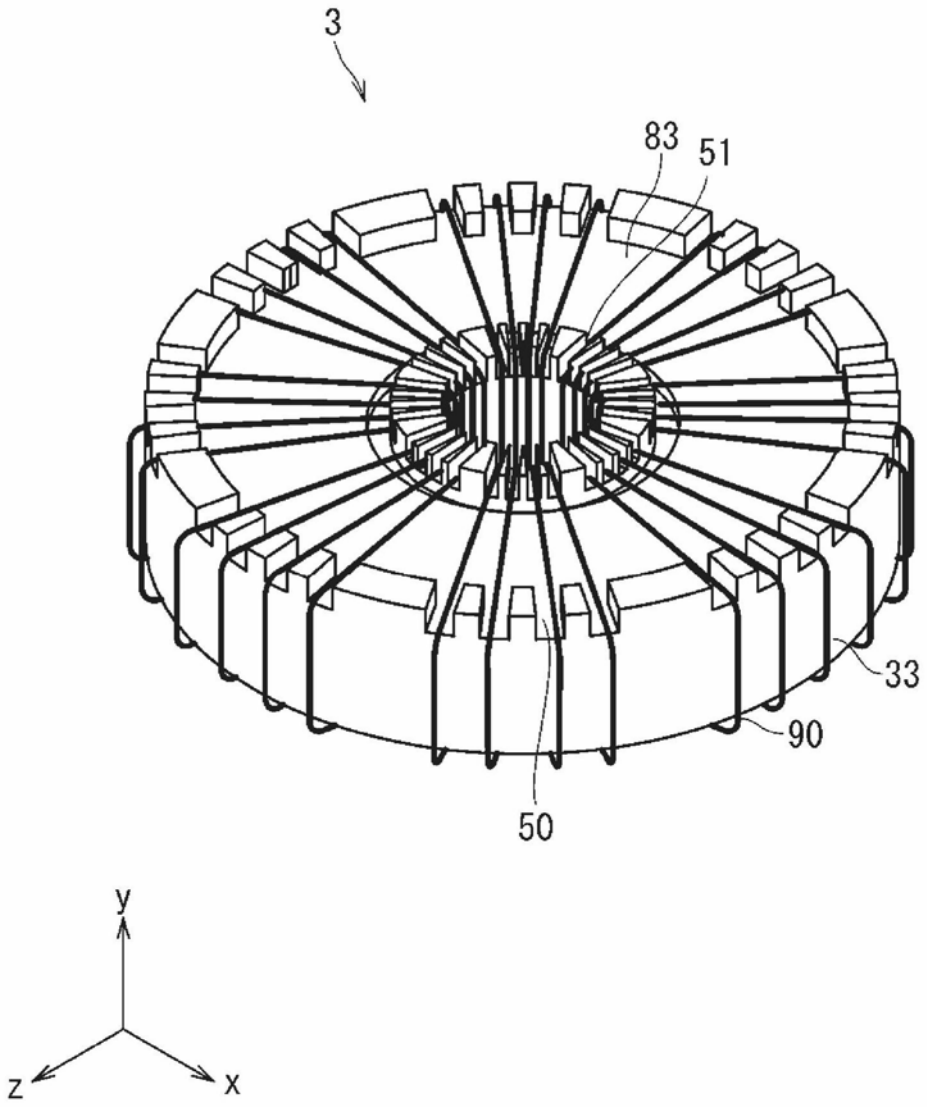


图8

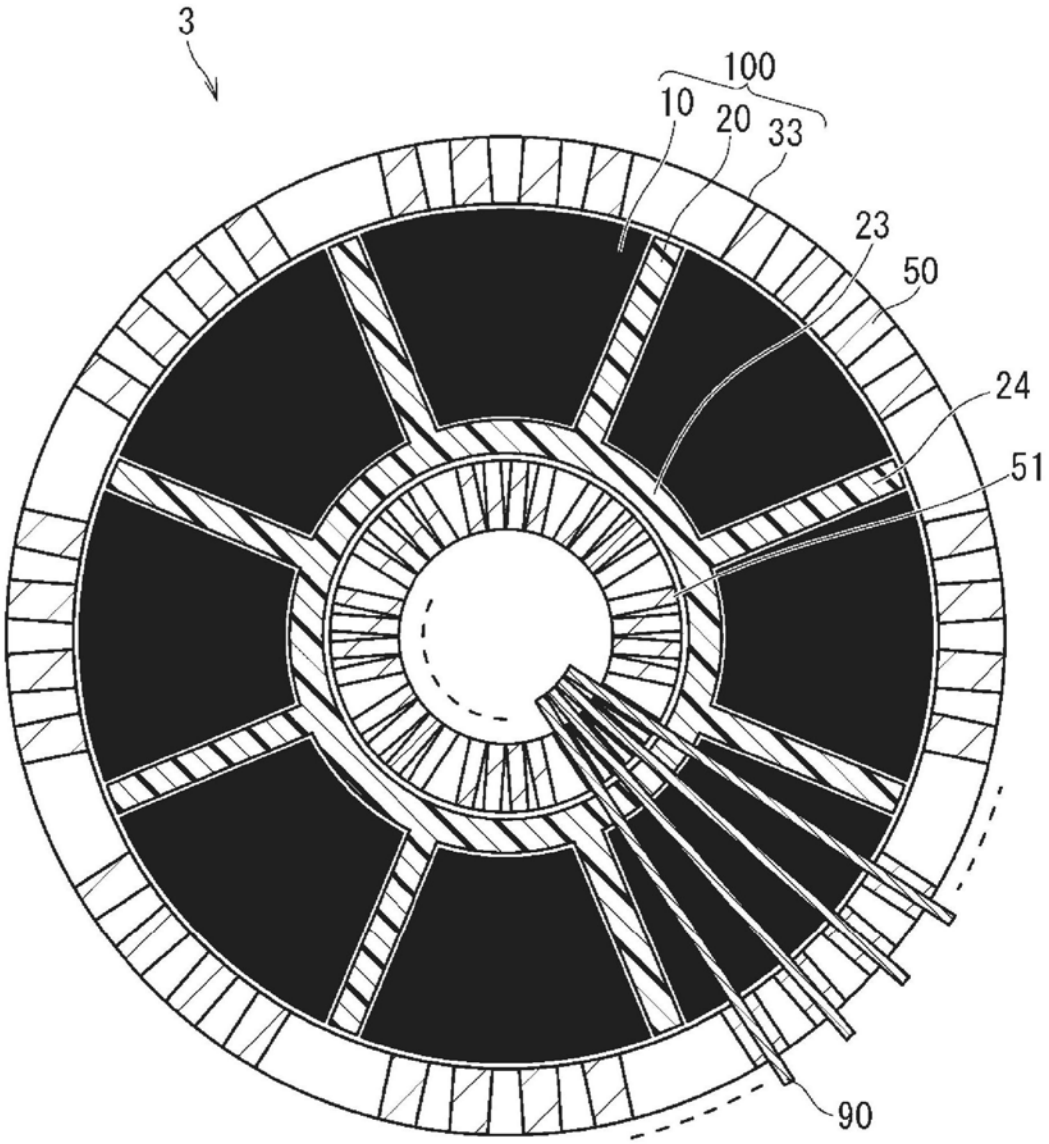


图9

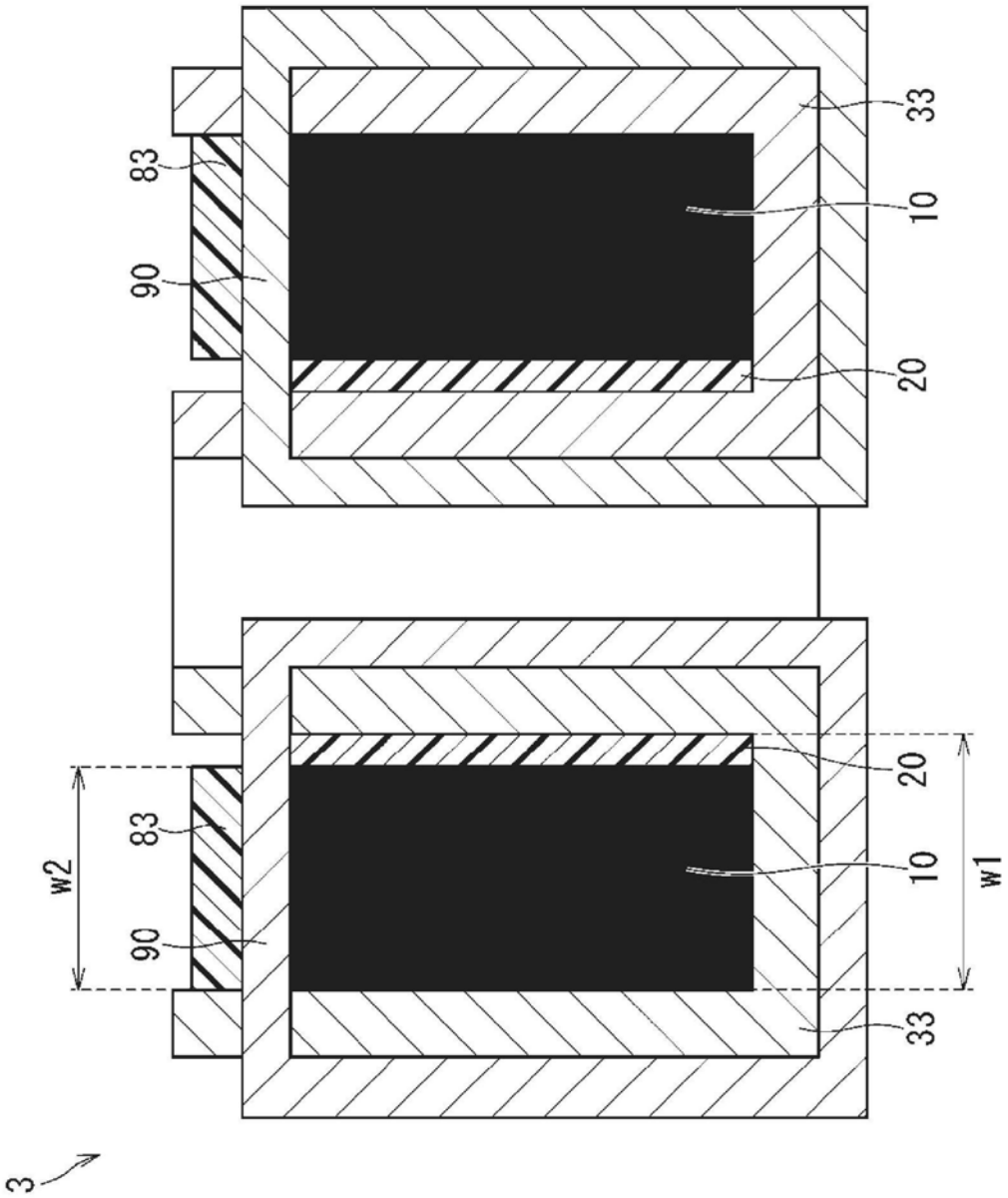


图10

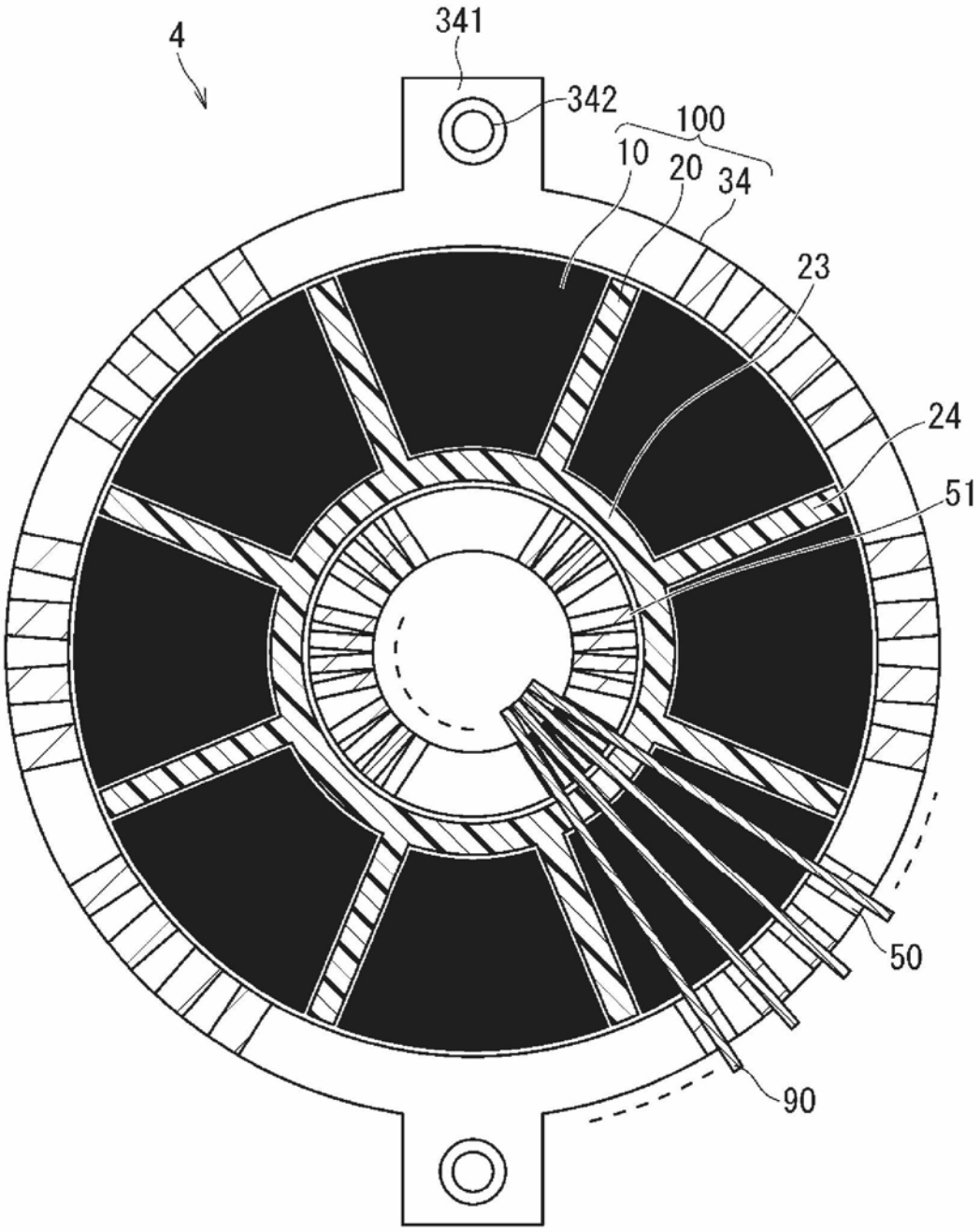


图11

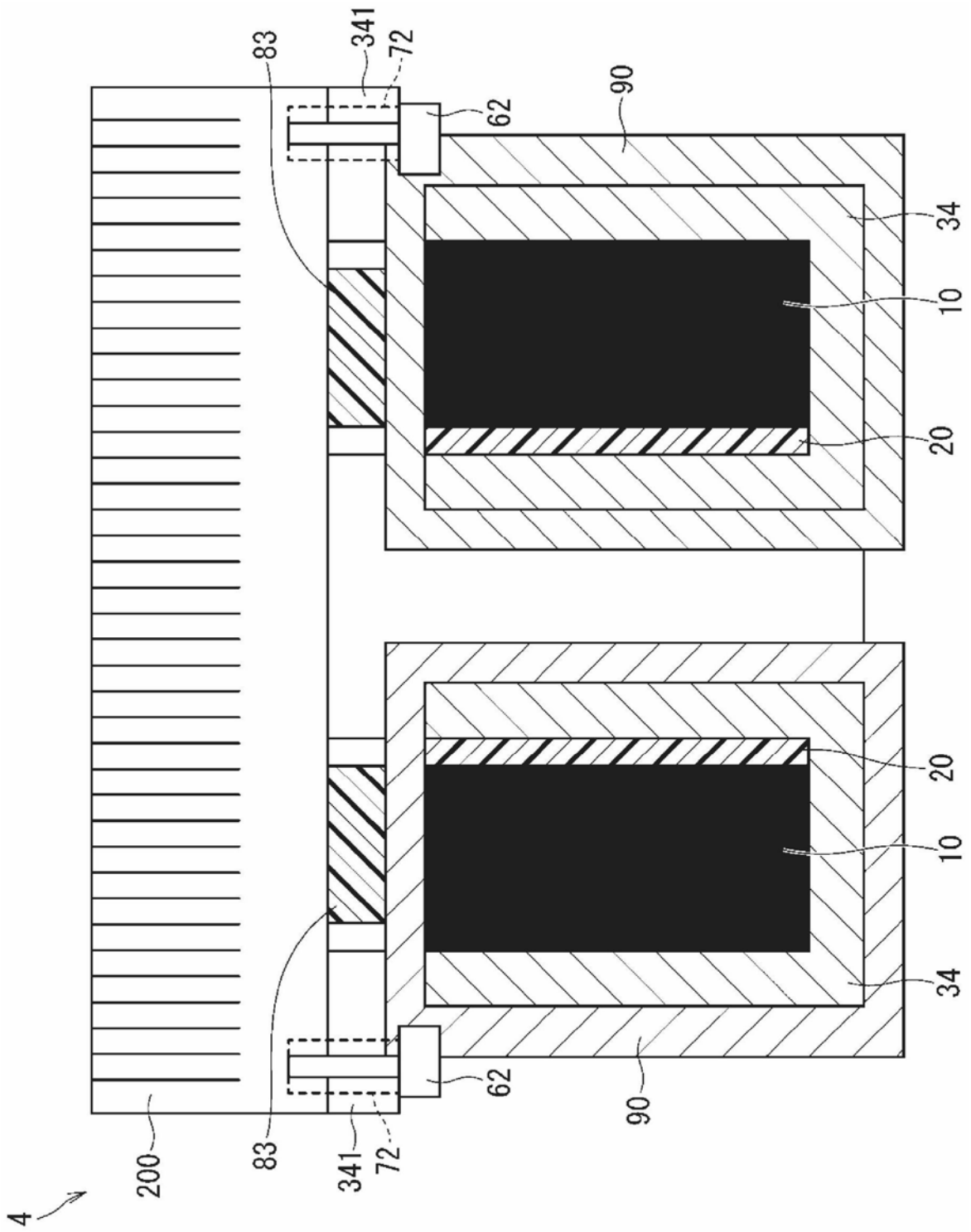


图12

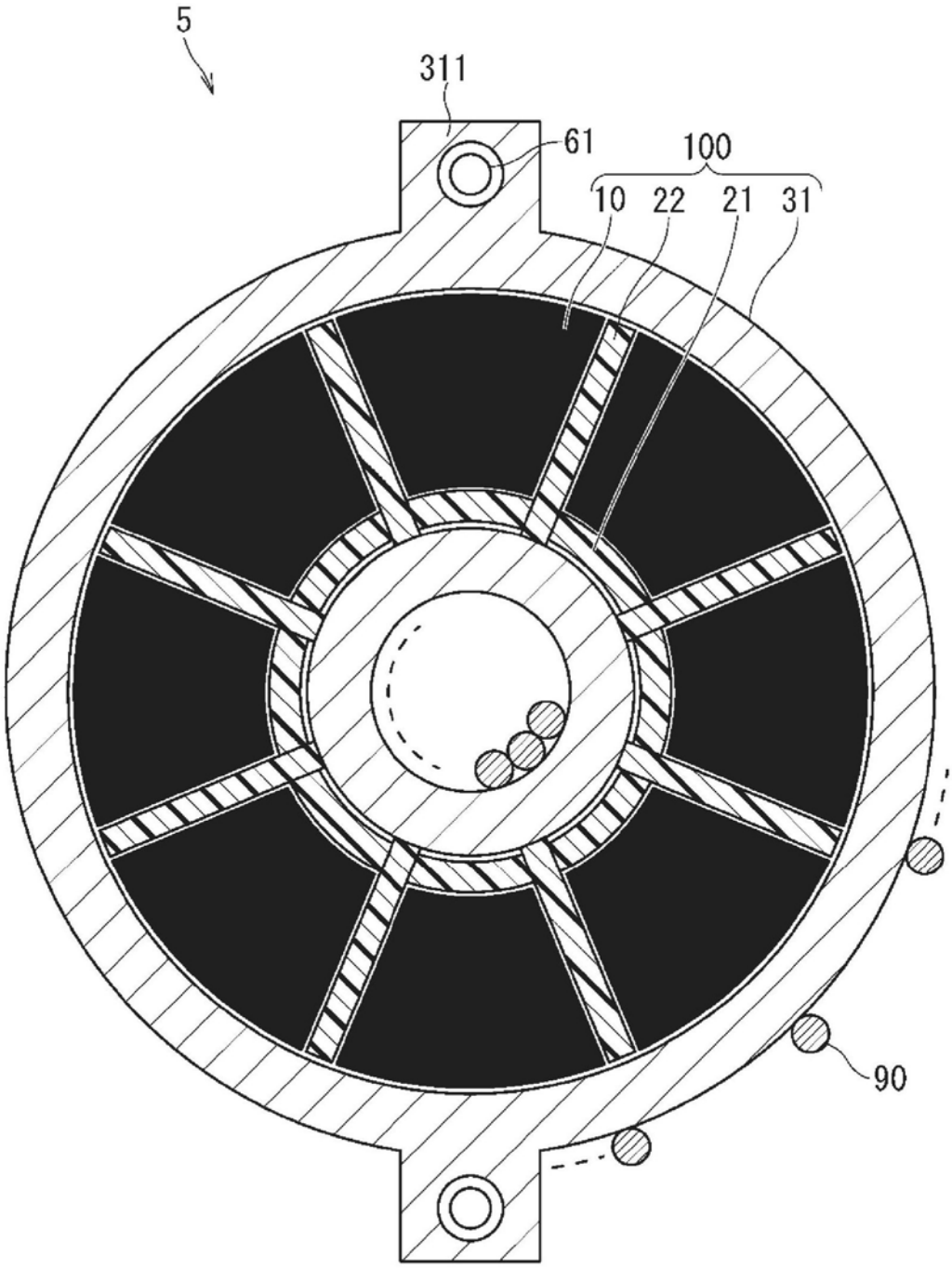


图13

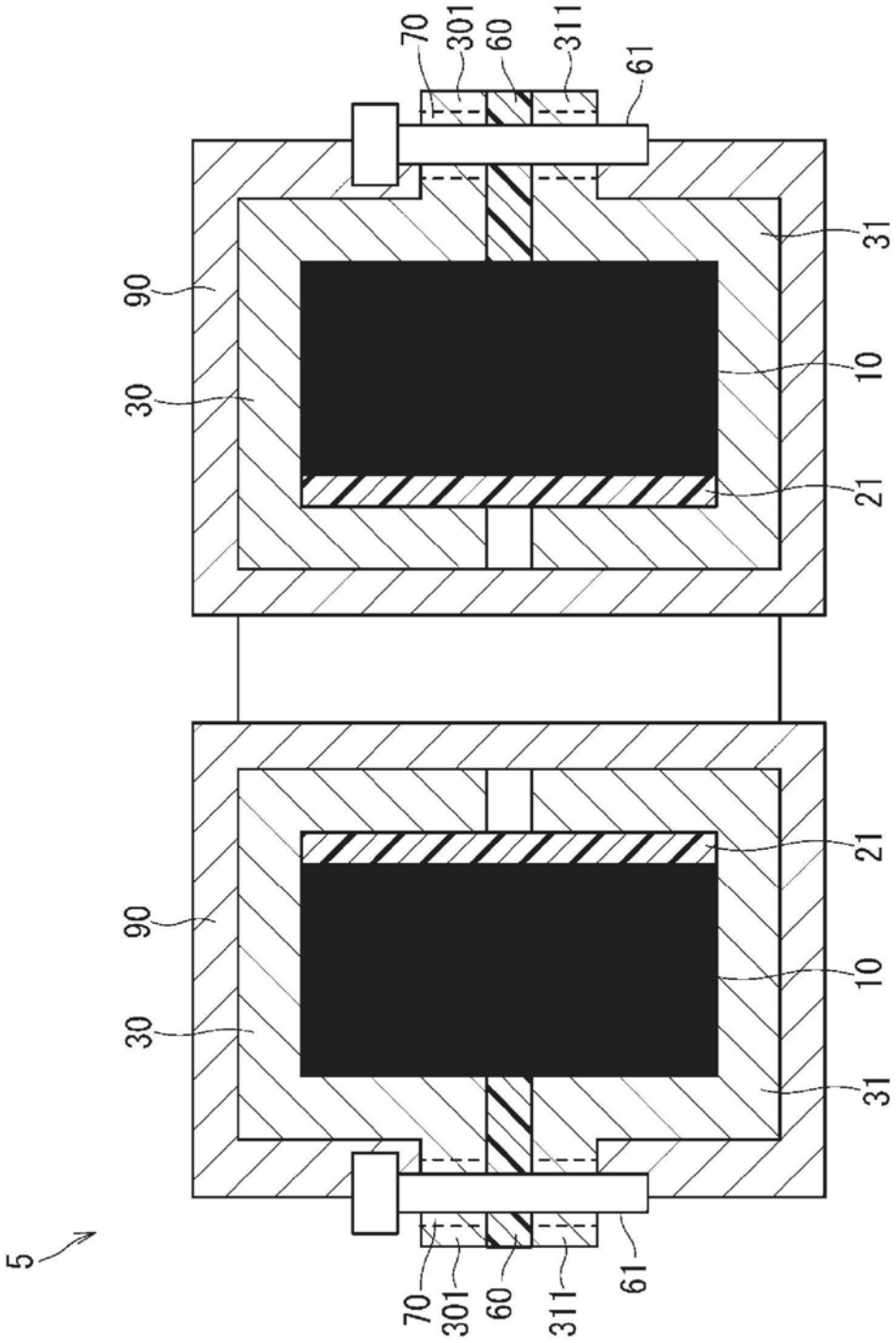


图14

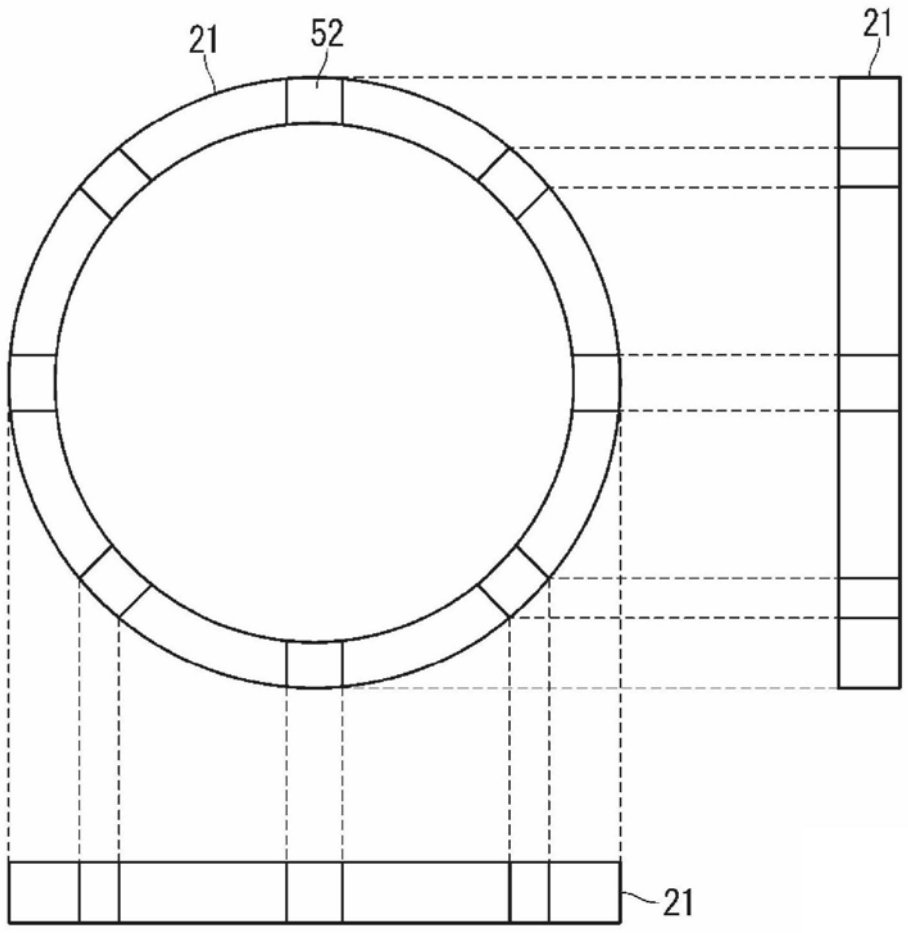


图15

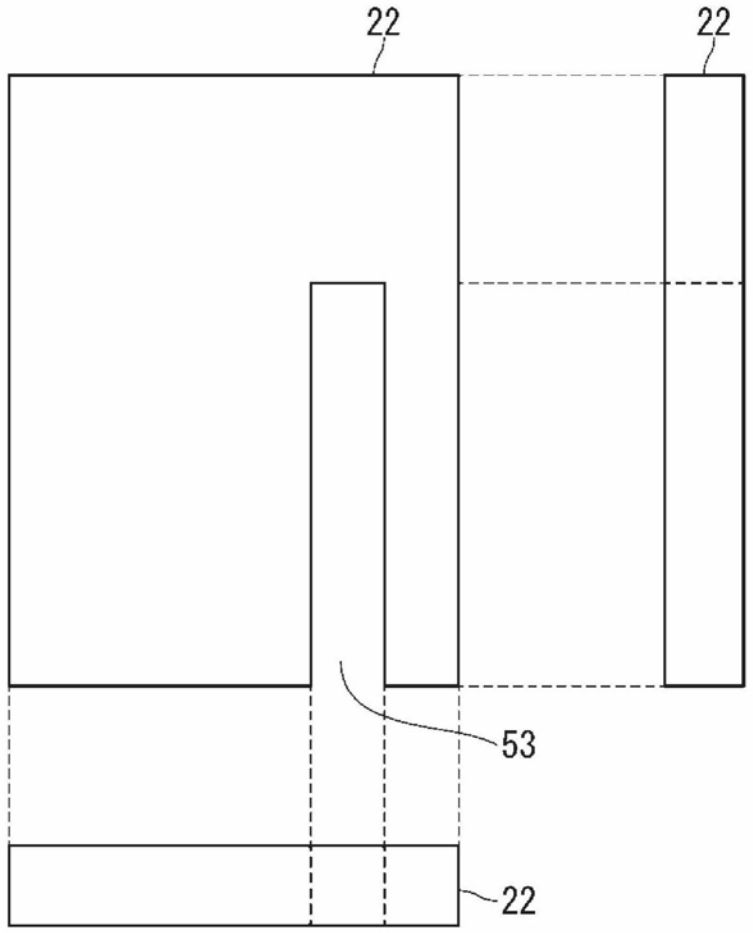


图16

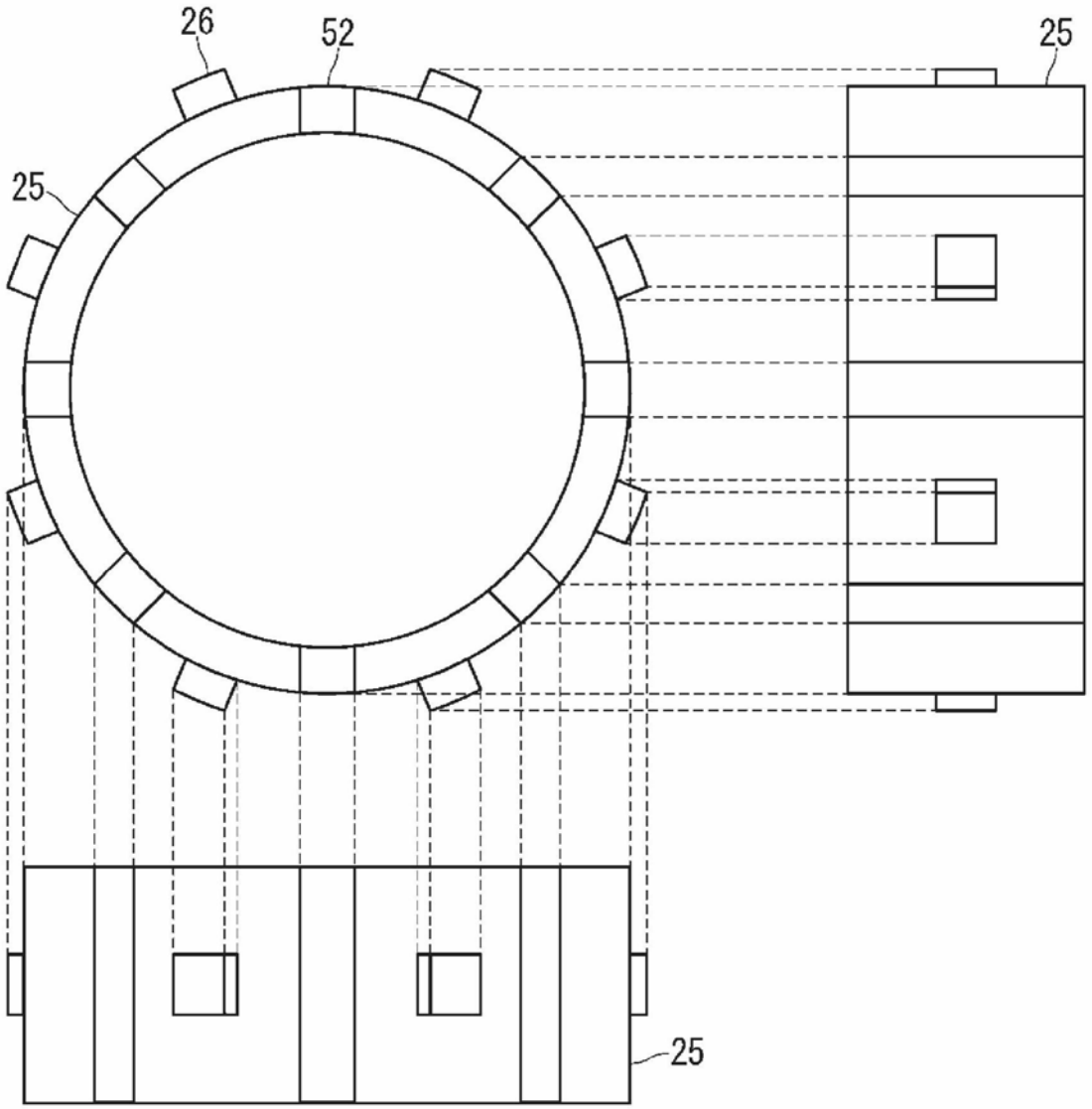


图17

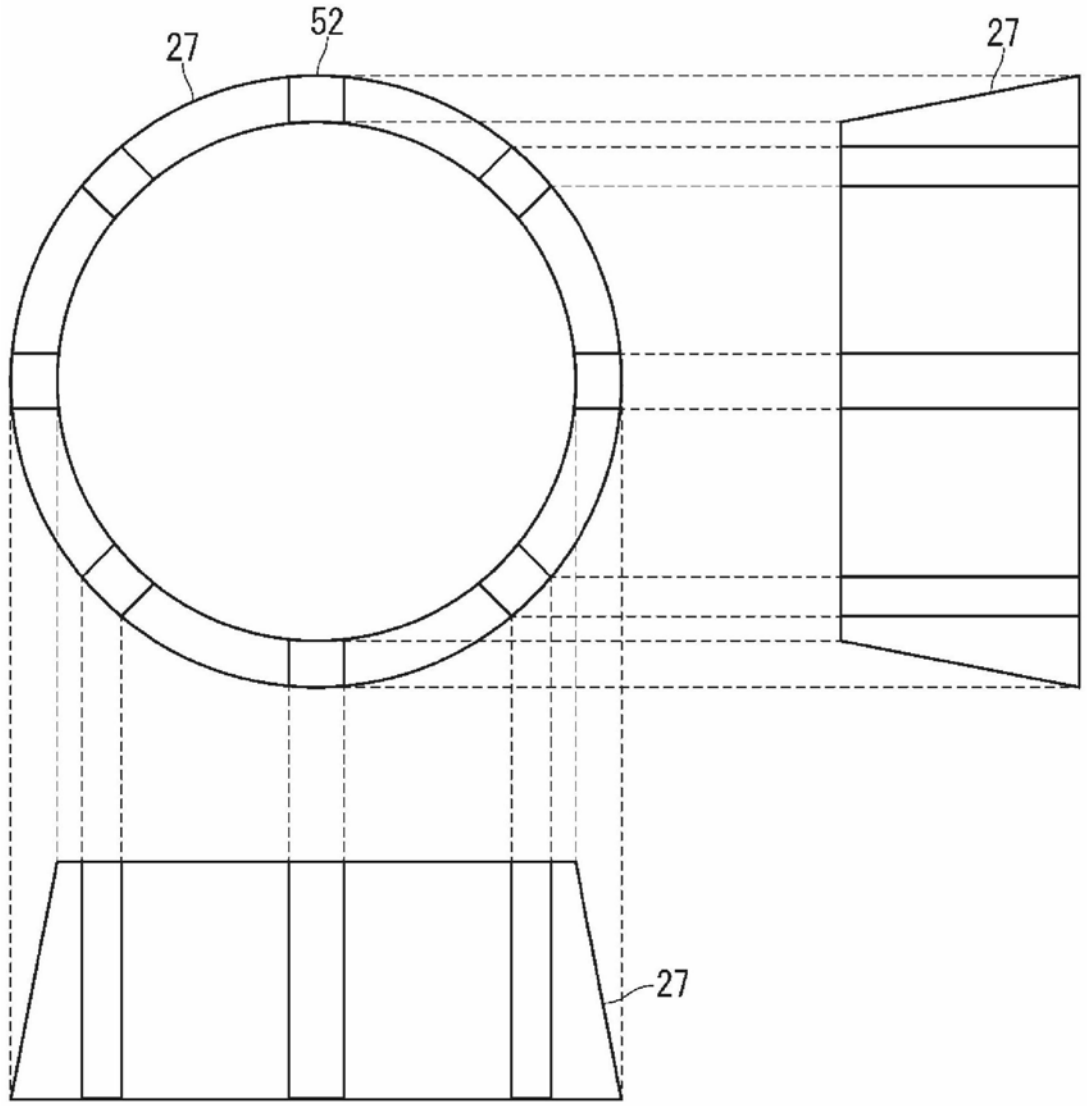


图18

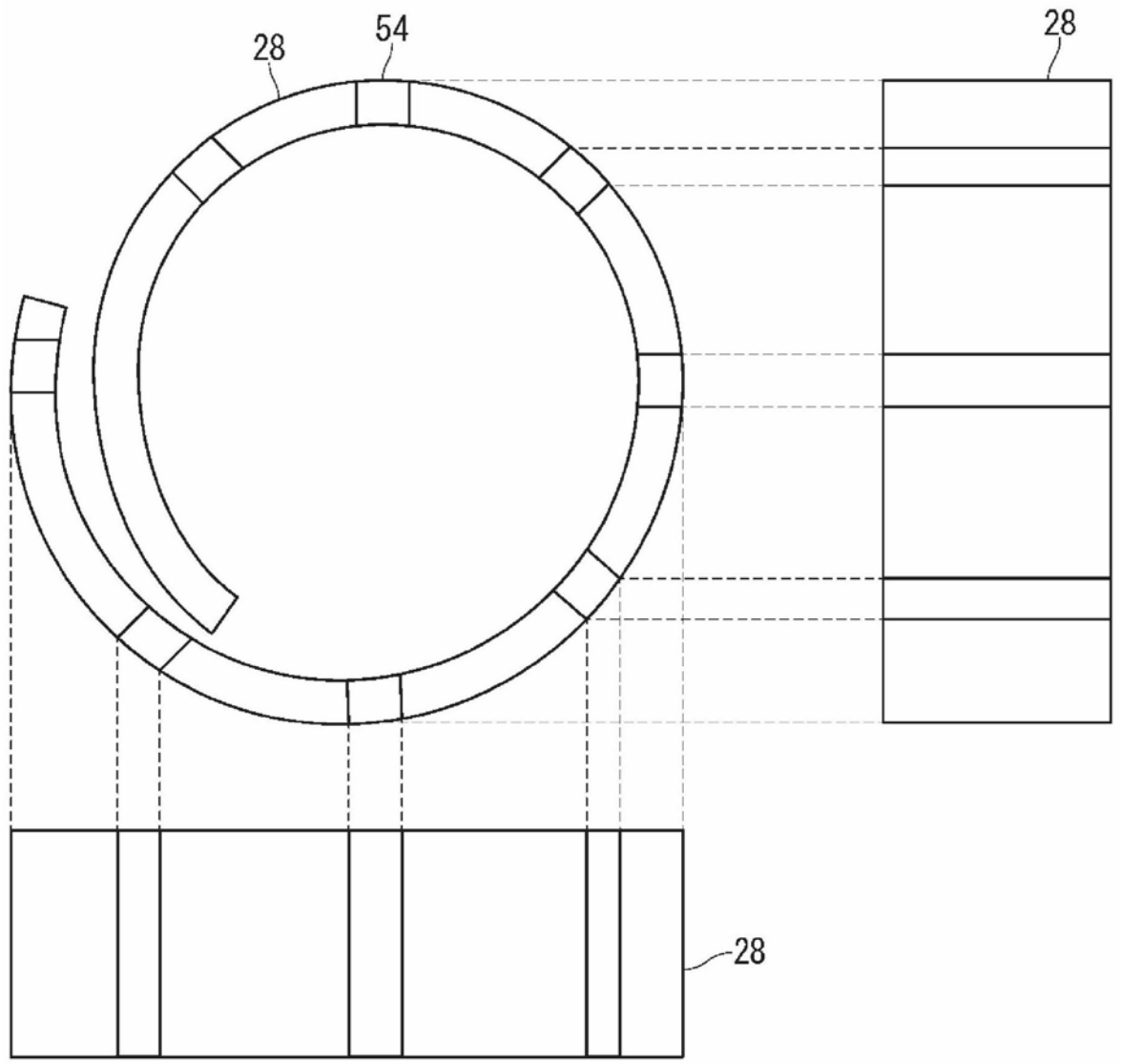


图19