(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116941163 A
(43)申请公布日 2023.10.24

(21)申请号 202280017657.1

(22)申请日 2022.02.04

(30)优先权数据
2021-032942 2021.03.02 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.08.29

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/004537 2022.02.04

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/185842 JA 2022.09.09

(71)申请人 松下知识产权经营株式会社
地址 日本大阪府

(72)发明人 市川哲郎 前川猛

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277
专利代理师 刘新宇 石宝方

(51)Int.Cl.
H02K 3/24(2006.01)

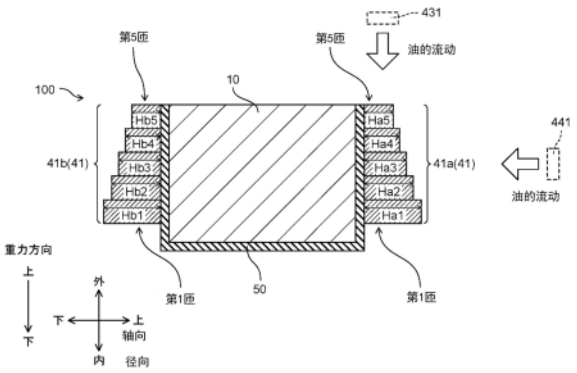
权利要求书1页 说明书11页 附图15页

(54)发明名称

线圈和具备该线圈的电动机

(57)摘要

线圈用于电动机的定子。电动机的轴心延伸的方向即轴向与重力方向交叉地使用。线圈通过卷绕截面为四边形的导线并层叠n匝(n为2以上的整数)而成。线圈在轴向上的两端部分别具有线圈端部。在一个线圈端部中,第k匝(k为整数且1≤k≤n)的高度比其他匝的高度高,第k匝位于在重力方向上比其他的一匝靠下侧的位置。



CN 116941163 A

1.一种线圈,其是电动机的定子所使用的线圈,其中,

在所述电动机的轴心延伸的方向即轴向与重力方向交叉地使用时,

所述线圈通过卷绕截面为四边形的导线并层叠n匝而成,其中,n为2以上的整数,

所述线圈在所述轴向上的两端部分别具有线圈端部,

在一个所述线圈端部中,第k匝的高度比其他匝的高度高,其中,k为整数且1≤k≤n,

所述第k匝位于在所述重力方向上比其他的一匝靠下侧的位置。

2.根据权利要求1所述的线圈,其中,

随着在所述重力方向上朝向下侧,所述线圈端部的高度变高。

3.根据权利要求1或2所述的线圈,其中,

所述线圈端部的第1匝的高度或第n匝的高度比其他匝的高度高。

4.根据权利要求1所述的线圈,其中,

所述线圈端部的第1匝的高度和第n匝的高度比其他匝的高度高。

5.根据权利要求4所述的线圈,其中,

在所述线圈端部的高度比所述其他匝的所述线圈端部的高度高的匝中,在位于在所述重力方向上比所述其他匝靠上侧的位置的匝设有缺口。

6.一种电动机,其中,

该电动机具备:

转子,其具有沿所述轴向延伸的旋转轴;

所述定子,其与所述转子同轴且与所述转子隔开预定的间隔地设置;以及

电动机壳体,其在内部收纳所述定子和所述转子,

所述定子具有定子芯和权利要求1～5中任一项所述的线圈,该定子芯具有多个齿部,所述线圈安装于所述多个齿部中的各齿部。

7.根据权利要求6所述的电动机,其中,

所述电动机还具备向所述线圈供给制冷剂的冷却装置,

所述冷却装置具有泵和供给管,该泵喷出所述制冷剂,该供给管连接于所述泵且延伸到所述电动机壳体的内部,将自所述泵喷出的所述制冷剂向所述线圈供给。

8.根据权利要求7所述的电动机,其中,

所述供给管具有在所述重力方向上从上侧喷射所述制冷剂的第1喷射口。

9.根据权利要求8所述的电动机,其中,

所述供给管还具有沿所述轴向喷射所述制冷剂的第2喷射口。

10.根据权利要求8或9所述的电动机,其中,

所述线圈端部包括作为所述轴向上的一个端部的第1线圈端部和作为所述轴向上的另一个端部的第2线圈端部,

在从所述重力方向观察时,所述第1喷射口至少配置于所述第1线圈端部的上方。

11.根据权利要求10所述的电动机,其中,

所述第2线圈端部的表面积比所述第1线圈端部的表面积大。

12.根据权利要求10所述的电动机,其中,

所述第1线圈端部的表面积比所述第2线圈端部的表面积大。

线圈和具备该线圈的电动机

技术领域

[0001] 本公开涉及线圈和具备该线圈的电动机。

背景技术

[0002] 近年来，在工业、车载用途中，电动机的需求高涨。其中，要求电动机的效率提高、低成本化。

[0003] 作为提高电动机的效率的方法之一，已知有使配置于定子的槽内的线圈的槽满率提高的方法。通过使线圈的槽满率提高，从而能够抑制在驱动电动机时在线圈流通的电流所引起的损耗。作为使线圈的槽满率提高的方法，提出了一种将使用了铜材的铸造线圈配置于槽内的结构(例如参照专利文献1)。

[0004] 作为用于提高电动机的效率的其他方法，已知有通过向配置于槽内的线圈喷射油等制冷剂来对线圈进行冷却的结构(例如参照专利文献2)。在该情况下，通过对线圈进行冷却，能够抑制在线圈流通的电流所引起的损耗。

[0005] 然而，在电动机的动作中最多地产生热的是流通大电流的部件例如定子中的线圈。线圈的收纳于定子的槽的部分隔着绝缘体等而与定子芯接触。因此，在线圈的该部分产生的热经由定子芯向外部散出。

[0006] 另一方面，线圈存在露出在槽的外部的部分(以下有时称为线圈端部。)。线圈端部与线圈的除线圈端部以外的部分相比不易散热，容易积存热。因此，在线圈端部产生更多的损耗。

[0007] 考虑到该情况，在专利文献2中公开了一种通过油泵和供给管向线圈端部喷射作为制冷剂的油的结构。

[0008] 但是，若要对定子内的所有的线圈喷射制冷剂来进行冷却，则制冷剂的供给管的构造会变得复杂。若要对各线圈的线圈端部均等地供给制冷剂，则需要大幅提高供给压力。因此，供给制冷剂的泵会大型化。另外，制冷剂的供给量也会变多。

[0009] 因此，考虑使被喷射到一个线圈端部的制冷剂向相邻的线圈端部流动。在该情况下，能够使供给制冷剂的线圈的数量和制冷剂的供给等减少，存在能够解决前述的问题点的可能性。

[0010] 但是，通常，被喷射到线圈端部的制冷剂因重力的影响而在重力方向上向下方流动。因此，难以使制冷剂向相邻的线圈端部流动。

[0011] 现有技术文献

[0012] 专利文献

[0013] 专利文献1:德国发明专利申请公开第102012212637号说明书

[0014] 专利文献2:日本特开平08-130856号公报

发明内容

[0015] 本公开是鉴于这一点而做成的，其目的在于提供一种使制冷剂在相邻的线圈端部

之间的移动变得容易的线圈和具备该线圈的电动机。

[0016] 为了实现上述目的，本公开的线圈是电动机的定子所使用的线圈，其中，在所述电动机的轴心延伸的方向即轴向与重力方向交叉地使用时，所述线圈通过卷绕截面为四边形的导线并层叠n匝(n为2以上的整数)而成，所述线圈在所述轴向上的两端部分别具有线圈端部，在一个所述线圈端部中，第k匝(k为整数且1≤k≤n)的高度比其他匝的高度高，所述第k匝位于在重力方向上比其他的一匝靠下侧的位置。

[0017] 优选的是，随着在所述重力方向上朝向下侧，所述线圈端部的高度变高。

[0018] 优选的是，所述线圈端部的第1匝的高度或第n匝的高度比其他匝的高度高。

[0019] 也可以是，所述线圈端部的第1匝的高度和第n匝的高度比其他匝的高度高。

[0020] 也可以是，在所述线圈端部的高度比所述其他匝的所述线圈端部的高度高的匝中，在位于在所述重力方向上比所述其他匝靠上侧的位置的匝设有缺口。

[0021] 本公开的电动机具备：转子，其具有沿所述轴向延伸的旋转轴；所述定子，其与所述转子同轴且与所述转子隔开预定的间隔地设置；以及电动机壳体，其在内部收纳所述定子和所述转子，所述定子具有定子芯和所述线圈，该定子芯具有多个齿部，所述线圈安装于所述多个齿部中的各齿部。

[0022] 也可以是，所述电动机还具备向所述线圈供给制冷剂的冷却装置，所述冷却装置具有泵和供给管，该泵喷出所述制冷剂，该供给管连接于所述泵且延伸到所述电动机壳体的内部，将自所述泵喷出的所述制冷剂向所述线圈供给。

[0023] 优选的是，所述供给管具有在所述重力方向上从上侧喷射所述制冷剂的第1喷射口。

[0024] 优选的是，所述供给管还具有沿所述轴向喷射所述制冷剂的第2喷射口。

[0025] 优选的是，所述线圈端部包括作为所述轴向上的一个端部的第1线圈端部和作为所述轴向上的另一个端部的第2线圈端部，在从所述重力方向观察时，所述第1喷射口至少配置于所述第1线圈端部的上方。

[0026] 也可以是，所述第2线圈端部的表面积比所述第1线圈端部的表面积大。

[0027] 也可以是，所述第1线圈端部的表面积比所述第2线圈端部的表面积大。

[0028] 根据本公开，能够增大从一个线圈端部向相邻的线圈端部流动的制冷剂的量。因此，能够高效地对定子内的各线圈进行冷却，进而能够高效地对电动机进行冷却。

附图说明

[0029] 图1A是实施方式1的电动机的轴向上的剖视示意图。

[0030] 图1B是电动机的径向上的剖视示意图。

[0031] 图2是从实施方式1的电动机的轴向观察而得到的定子的示意图。

[0032] 图3是从径向观察线圈的第k匝而得到的示意图。

[0033] 图4A是图2的IVA-IVA线处的剖视图。

[0034] 图4B是图2的IVB-IVB线处的剖视图。

[0035] 图5是实施方式1的电动机的另一定子的主要部分的剖视示意图。

[0036] 图6是变形例的电动机的轴向上的剖视示意图。

[0037] 图7是实施方式2的电动机的定子的主要部分的剖视示意图。

[0038] 图8A是从轴向观察实施方式2的电动机的另一定子的主要部分而得到的示意图。

[0039] 图8B是图8A所示的线圈的立体图。

[0040] 图9是实施方式3的电动机的轴向上的剖视示意图。

[0041] 图10是实施方式3的电动机的定子的主要部分的剖视示意图。

[0042] 图11是实施方式3的另一电动机的轴向上的剖视示意图。

[0043] 图12是另一变形例的电动机的轴向上的剖视示意图。

[0044] 图13是又一变形例的电动机的轴向上的剖视示意图。

具体实施方式

[0045] 以下，基于附图详细地说明本公开的实施方式。以下的优选的实施方式的说明本质上只不过是例示，毫无意图限制本公开、其应用物或者其用途。

[0046] (实施方式1)

[0047] [电动机的结构]

[0048] 图1A是实施方式1的电动机1000的轴向上的剖视示意图。图1B是电动机1000的径向上的剖视示意图。此外，在以后的说明中，存在如下情况：分别将电动机1000的半径方向称为“径向”、外周方向称为“周向”、电动机1000的旋转轴210所含的轴心延伸的方向(图1B中的与纸面垂直的方向)称为“轴向”。存在如下情况：在径向上，将电动机1000的轴心侧称为内或内侧，将外周侧称为外或外侧。如图1A所示，电动机1000以径向与重力方向平行的方式安装于未图示的设备或装置。此外，该情况下的“平行”是指包括电动机1000的制造公差和向装置等安装的安装公差在内的平行，而不要求径向和重力方向在严格意义上平行。

[0049] 存在如下情况：在轴向上，将设有端板310的那一侧称为上或上侧，将其相反侧称为下或下侧。此外，从轴向观察，电动机1000的轴心与旋转轴210的轴心一致。

[0050] 如图1A、图1B所示，电动机1000具有定子100、转子200、电动机壳体300和端板310。另外，在电动机1000安装有冷却装置400。定子100和转子200的构造的细节将后述。

[0051] 电动机壳体300是在上部具有开口的有底筒状的金属制构件。端板310是以将电动机壳体300的开口堵塞的方式设置的板状的金属制构件。此外，端板310也可以是树脂制。

[0052] 冷却装置400具有油泵410和供给管420。供给管420是中空构造的金属制构件。供给管420具有主管430和支管440。供给管420的一端连接于油泵410。主管430通过定子100的径向外侧并延伸到电动机壳体300的内部。另外，主管430在端板310的内部分支。分支出的支管440延伸到电动机壳体300的内部。因此，在电动机壳体300的内部配设有两处供给管420的端部。在主管430的端部设有第1喷射口431。在支管440的端部设有第2喷射口441。第1喷射口431配置于第1线圈端部41a的径向外侧。第2喷射口441配置于第1线圈端部41a的轴向上侧。

[0053] 供给管420也可以使用金属制构件。例如，供给管420能够由树脂制构件形成。由树脂制构件形成的供给管420能够期待较高的绝缘性。

[0054] 第1线圈端部41a是线圈40的轴向上侧的端部。如前述那样，第1线圈端部41a是线圈40的露出在槽30的外侧的部分。第2线圈端部41b是线圈40的轴向下侧的端部。第2线圈端部41b是线圈40的露出在槽30的外侧的部分。供给管420既可以在电动机壳体300的外部分支，也可以在内部分支。

[0055] 当驱动油泵410时，从油泵410喷出的制冷剂即油通过供给管420而被向电动机壳体300的内部压送。再者，从第1喷射口431和第2喷射口441这两者朝向第1线圈端部41a喷射油，对第1线圈端部41a进行冷却。如从图1A可知那样，从第1喷射口431向第1线圈端部41a的径向外侧面喷射油。从第2喷射口441向第1线圈端部41a的轴向上侧面喷射油。喷射到第1线圈端部41a的油被回收至未图示的油储存部。

[0056] 第1喷射口431在主管430的端部设有多个，第2喷射口441在支管440的端部设有多个。第1喷射口431和第2喷射口441向多个线圈40的第1线圈端部41a喷射油(例如参照图2)。也可以是，位于电动机壳体300的内部的主管430和支管440各自的端部沿周向延伸预定的长度。

[0057] 如图1B所示，定子100具有圆环状的磁轭20和连接于磁轭20的内周且沿着该内周等间隔地设置的多个齿(齿部)10。存在将连接有齿10的磁轭20称为定子芯110的情况。

[0058] 定子100还具有分别设于在周向上相邻的齿10之间的槽30和被收纳于槽30内的线圈40。定子100在转子200的径向外侧与转子200隔开一定的间隔而配置。

[0059] 齿10和磁轭20分别是例如对含有硅等的电磁钢板进行冲裁加工之后层叠而形成。线圈40隔着绝缘体50(参照图4A、图4B)而安装于多个齿10中的各齿10，且被收纳于槽30内。如前述那样，线圈40具有第1线圈端部41a和第2线圈端部41b来作为线圈端部41。关于线圈40的形状将在后面详述。

[0060] 在本实施方式中，存在如下情况：根据在线圈40流通的电流的相位，将线圈40分别称为线圈U1～U4、线圈V1～V4、线圈W1～W4。

[0061] 转子200具有旋转轴210、转子芯220和多个磁体230。转子芯220在轴心具有旋转轴210。多个磁体230埋设于转子芯220的内部，与定子100相对且N极、S极沿着旋转轴210的外周方向交替地配置。关于磁体230的材料、形状和材质，能根据电动机1000的输出等而适当变更。转子芯220例如对含有硅等的电磁钢板进行冲裁加工之后层叠而形成。

[0062] 线圈U1～U4、线圈V1～V4、线圈W1～W4分别被串联连接。将彼此以电角度计具有120°的相位差的U相、V相、W相这3相电流分别向线圈U1～U4、线圈V1～V4、线圈W1～W4供给而进行励磁，在定子100产生旋转磁场。在该旋转磁场与设于转子200的磁体230所产生的磁场之间产生相互作用而产生扭矩，旋转轴210被轴承320支承而进行旋转。

[0063] 此外，本公开对于在定子100中线圈U1～U4、线圈V1～V4、线圈W1～W4分别并联地连接的结构或其他连接结构，也能够起到同样的作用效果。

[0064] [定子的主要部分和线圈的结构]

[0065] 图2是从轴向观察而得到的定子的示意图。图3是从径向观察线圈的第k匝而得到的示意图。图4A是图2的IVA-IVA线处的剖视图。图4B是图2的IVB-IVB线处的剖视图。此外，为了便于说明，在图2和图4A、图4B中，省略了磁轭20的图示。另外，将线圈40的卷绕圈数即匝数设为了5，但并不特别限定于此。线圈40的匝数为n(n为2以上的整数)即可。

[0066] 如图2所示，线圈40是由铜等构成的导线呈螺旋状地卷绕而成的部件。线圈40是该导线成形而成的成形线圈。虽未图示，但在构成线圈40的导线的表面形成有绝缘覆膜。

[0067] 本申请说明书中的“成形线圈”不包括仅是将宽度和厚度恒定的导线呈螺旋状地卷绕的线圈。

[0068] 成形线圈例如通过如下方式来形成：准备长度、宽度或厚度不同的多个长方形的

板材，对这些板材以冷压接、熔接或其他方法进行接合。板材的材质为铜或铝等低电阻材料。

[0069] 成形线圈也可以通过将铜等熔融并使其流入铸模的所谓的铸造来形成。也可以是，通过对使宽度或厚度预先在中途不同地形成的板状的导线在预定的位置进行弯曲加工，从而形成成形线圈。或者，也可以是，对宽度和厚度恒定的板状的导线在预定的部位进行轧制加工，并在中途变更宽度或厚度之后呈螺旋状地进行卷绕来形成成形线圈。总之，通过除了卷绕导线以外还施加其他加工，或者以与单纯卷绕的方法不同的方法来形成成形线圈。

[0070] 线圈40为成形线圈，因此如后述那样，能够分别自由地变更各匝的形状。

[0071] 如图3所示，线圈40的第k匝(k为整数且1≤k≤n)的外形在从径向观察时是具有4个边部的四边环状。彼此相对且沿周向延伸的两个边部分别相当于线圈端部41。如前述那样，位于轴向上侧的线圈端部41是第1线圈端部41a。位于轴向下侧的线圈端部41是第2线圈端部41b。彼此相对且沿轴向延伸的两个边部42被收纳于槽30的内部。

[0072] 另外，图3所示的高度Hak、Hbk分别相当于第1线圈端部41a和第2线圈端部41b在第k匝的高度。在本申请说明书中，第1匝位于靠近电动机1000的轴心的那一侧的位置，第n匝位于靠近磁轭20的那一侧的位置。即，在第1匝的径向外侧配置有第n匝。

[0073] 如图2所示，将沿着周向等间隔地配置的12个线圈40的配置顺序设为I～XII。从供给管420的第1喷射口431和第2喷射口441分别向分别配置于位置I、II和位置XII的线圈40的第1线圈端部41a喷射油。被直接喷射油的线圈40的位置并不特别限定于图2所示的例子。例如，也可以向分别配置于位置I、III和位置XI的线圈40的第1线圈端部41a直接喷射油。不过，如后述那样，若鉴于被喷射到第1线圈端部41a的油因自重而向重力方向上的下侧流动的情况，则优选的是，向从重力方向观察时位于比位置IV和位置X靠上侧的位置的线圈40喷射油。

[0074] 在本实施方式中，根据定子100内的线圈40的位置的不同，第1线圈端部41a和第2线圈端部41b的形状不同。

[0075] 具体而言，在分别配置于位置I～III、位置XI和位置XII的线圈40中，如图4A所示，随着从第5匝朝向第1匝，线圈端部41的高度变高。另一方面，在分别配置于位置V～IX的线圈40中，如图4B所示，随着从第1匝朝向第5匝，线圈端部41的高度变高。此外，对于分别配置于位置IV和位置X的线圈40，既可以是图4A所示的形状，也可以是图4B所示的形状。

[0076] 通过这样设置，从而喷射到分别配置于位置I、II和位置XII的线圈40的第1线圈端部41a的油被各第1线圈端部41a的第1匝暂时阻止，在重力方向上向下方流动的情况被抑制。另外，沿着第1线圈端部41a在重力方向上向下方流动的油在分别配置于位置V～IX的线圈40的第1线圈端部41a被各第1线圈端部41a的第5匝暂时阻止，在重力方向上向下方流动的情况被抑制。由此，对于被直接喷射油的线圈40以外的线圈，也容易向各第1线圈端部41a施加作为制冷剂的油。

[0077] 在图4A、图4B中，示出了线圈端部41的高度按顺序变化的例子，但并不特别限定于此。例如，也可以是，在图4A所示的例子中，第1匝的高度Ha1比其他匝的高度Ha2～Ha5高。在该情况下，高度Ha2～Ha5既可以分别相同，也可以不同。同样地，也可以是，在图4B所示的例子中，第5匝的高度Ha5比其他匝的高度Ha1～Ha4高。在该情况下，高度Ha1～Ha4既可以分别

相同，也可以不同。

[0078] 也可以是，在图4A所示的例子中，第1匝的高度Ha1和第2匝的高度Ha2比其他匝高。也可以是，在图4B所示的例子中，第5匝的高度Ha5和第4匝的高度Ha4比其他匝高。也可以是，在图4A所示的例子中，第2匝的高度Ha2比其他匝高。也可以是，在图4B所示的例子中，第4匝的高度Ha4比其他匝高。

[0079] 即，在线圈40层叠有n匝(n为2以上的整数)的情况下，在被直接喷射油的第1线圈端部41a中，第k匝(k为整数且1≤k≤n)的高度比其他匝的高度高，第k匝位于在重力方向上比其他的至少一匝靠下侧的位置即可。

[0080] 图5是实施方式1的电动机的另一定子的主要部分的剖视示意图。在图5所示的例子中，随着从第1匝朝向第5匝，第1线圈端部41a的高度变高。另一方面，第2线圈端部41b中的第k匝的线圈高度相等。通过这样设置，从而喷射到第1线圈端部41a的油被第1匝暂时阻止，在重力方向上向下方流动的情况被抑制。沿着第1线圈端部41a在重力方向上向下方流动的油在第1线圈端部41a被第5匝暂时阻止，在重力方向上向下方流动的情况被抑制。另一方面，油不在第2线圈端部41b流动。

[0081] [效果等]

[0082] 如以上说明的那样，本实施方式的线圈40用于电动机1000的定子100。线圈40通过卷绕截面为四边形的导线并层叠n匝(n为2以上的整数)而成。电动机1000的轴心延伸的方向即轴向与重力方向交叉。

[0083] 线圈40在轴向上的两端部分别具有线圈端部41。在被直接喷射油的线圈端部41中，第k匝(k为整数且1≤k≤n)的高度比其他匝的高度高。第k匝位于在重力方向上比其他的至少一匝靠下侧的位置。

[0084] 根据本实施方式，对于被直接喷射油的线圈端部41，在该情况下，在第1线圈端部41a中，使第k匝的高度比位于在重力方向上比第k匝靠上侧的位置的匝的高度高。通过这样设置，从而在向第1线圈端部41a喷射了作为制冷剂的油的情况下，能够利用第k匝来阻止油在重力方向上向下侧流动的情况。由此，能够增大油沿着第1线圈端部41a从被直接喷射了油的线圈40向与该线圈40相邻且在重力方向上位于下方的线圈40流动的量。即，使油在相邻的线圈端部41之间的移动变得容易。由此，能够使油沿着第1线圈端部41a的轴向上侧面在重力方向上从上方向下方高效地流动。因此，线圈40和油的换热效率提高。另外，能够利用少量的油来高效地对定子100内的各线圈40进行冷却。由于能够减少油的喷出量，因此能够使油泵410小型化。因此，能够降低冷却装置400的成本，进而能够降低电动机1000的成本。

[0085] 由于线圈40为前述的成形线圈，因此在线圈端部41中，能够容易地变更特定的匝的高度。

[0086] 优选的是，随着在重力方向上朝向下侧，线圈端部41的高度变高。优选的是，线圈端部41的第1匝的高度或第n匝的高度比其他匝的高度高。

[0087] 通过这样设置，从而在向第1线圈端部41a喷射了作为制冷剂的油的情况下，能够可靠地阻止油在重力方向上向下侧流动的情况。由此，能够利用少量的油来高效地对定子100内的各线圈40进行冷却。另外，能够使油泵410小型化。因此，能够降低冷却装置400的成本，进而能够降低电动机1000的成本。

[0088] 本实施方式的电动机1000具备:转子200,其具有包括轴心的旋转轴210;定子100,其与转子200同轴且与转子200隔开预定的间隔地设置;以及电动机壳体300,其在内部收纳定子100和转子200。

[0089] 定子100具有:定子芯110,其具有多个齿(齿部)10;以及线圈40,其安装于多个齿10中的各齿10。

[0090] 电动机1000还具备向至少1个线圈40供给作为制冷剂的油的冷却装置400。

[0091] 冷却装置400具有油泵(泵)410和供给管420,该油泵410喷出油,该供给管420连接于油泵410且延伸到电动机壳体300的内部,将自油泵410喷出的油向线圈40的第1线圈端部41a供给。

[0092] 根据本实施方式,能够将从冷却装置400供给的油向线圈40喷射,从而可靠地对电动机1000中的主要的发热源即线圈40进行冷却。由此,能够抑制在线圈40产生的热损耗。因此,能提高电动机1000的效率。特别是,由于向线圈40中的难以被冷却的线圈端部41喷射油,因此能够高效地对线圈40进行冷却。另外,在向第1线圈端部41a喷射了作为制冷剂的油的情况下,能够暂时阻止油在重力方向上向下侧流动的情况。因此,能够使油沿着第1线圈端部41a的轴向上侧面在重力方向上从上方向下方高效地流动。即,使油在相邻的线圈端部41之间的移动变得容易。由此,能够利用少量的油来高效地对定子100内的各线圈40进行冷却。因此,能提高电动机1000的效率。另外,由于能够减少油的喷出量,因此能够使油泵410小型化。因此,能够降低冷却装置400的成本,进而能够降低电动机1000的成本。

[0093] 供给管420具有在重力方向上从上侧喷射油的第1喷射口431。线圈端部41包括作为轴向上侧端部的第1线圈端部41a和作为轴向下侧端部的第2线圈端部41b。优选的是,在从重力方向观察时,第1喷射口431配置于第1线圈端部41a的上方。

[0094] 通过这样设置,从而自第1喷射口431喷射的油的流动被第1线圈端部41a暂时阻止。因此,该油容易沿着第1线圈端部41a的轴向上侧面在重力方向上向下方流动。由此,能够利用少量的油来高效地对定子100内的各线圈40进行冷却。因此,能提高电动机1000的效率。

[0095] 优选的是,供给管420还具有沿轴向喷射油的第2喷射口441。通过这样设置,能够进一步高效地对第1线圈端部41a进行冷却。自第2喷射口441喷射且喷到第1线圈端部41a的轴向上侧面的油的流动也被第1线圈端部41a暂时阻止,该油容易沿着第1线圈端部41a的轴向上侧面在重力方向上向下方流动。由此,能够利用少量的油来高效地对定子100内的各线圈40进行冷却。因此,能提高电动机1000的效率。

[0096] ＜变形例＞

[0097] 图6是变形例的电动机1000的轴向上的剖视示意图。此外,为了便于说明,在图6和以后所示的各附图中,对与实施方式1相同的部位标注相同的附图标记并且省略详细的说明。

[0098] 在图6所示的本变形例的电动机1000中,供给管420的形状不同于图1A所示的实施方式1的电动机1000。具体而言,主管430通过定子100与电动机壳体300之间并延伸至第2线圈端部41b的径向外侧。一对第1喷射口中的一个第1喷射口431配置于主管430的中间部分且是第1线圈端部41a的径向外侧。再者,一对第1喷射口中的另一个第1喷射口432配置于主管430的中间部分且是第2线圈端部41b的径向外侧。因此,从一对第1喷射口431、432喷射的

油被喷到第1线圈端部41a和第2线圈端部41b各自的径向外侧面。

[0099] 如图6所示，另一支管450从主管430的端部向电动机1000的轴心延伸，在该支管450的端部设有一对第2喷射口441、451中的与第2线圈端部41b的轴向下侧面相对的第2喷射口451。因此，从一对第2喷射口441、451中的与第1线圈端部41a相对的第2喷射口441喷射的油被喷到第1线圈端部41a的轴向上侧面，从与第2线圈端部41b相对的第2喷射口451喷射的油被喷到第2线圈端部41b的轴向下侧面。

[0100] 根据本变形例，不仅能够向第1线圈端部41a喷射作为制冷剂的油，还能够向第2线圈端部41b也喷射作为制冷剂的油。由此，能够使油分别沿着第1线圈端部41a的轴向上侧面和第2线圈端部41b的轴向下侧面在重力方向上从上方向下方高效地流动。因此，线圈40与油的换热效率相较于实施方式1所示的结构进一步提高。由此，能够利用少量的油来高效地对定子100内的各线圈40进行冷却。另外，由于能够减少油的喷出量，因此能够使油泵410小型化。因此，能够降低冷却装置400的成本，进而能够降低电动机1000的成本。

[0101] 在本变形例的电动机1000所使用的线圈40中，也向第2线圈端部41b喷射油，因此图5所示的形状不适用。

[0102] 在实施方式1所示的结构中，由于不将供给管420引绕至第2线圈端部41b的附近，因此能够减小电动机壳体300内的配置供给管420的配置空间。由此，与图6所示的结构相比，能够使电动机1000的体积减小与由图1A所示的虚线包围的部分相应的量，能够使电动机1000小型化。

[0103] (实施方式2)

[0104] 图7是实施方式2的电动机1000的定子100的主要部分的剖视示意图。此外，安装于定子100的所有的线圈40即配置于图2所示的位置I～XII中的各个位置的线圈40均为图7所示的形状。

[0105] 图7所示的线圈40与实施方式1所示的线圈40的不同之处在于，第1线圈端部41a中的第1匝的高度Ha1和第5匝的高度Ha5比第2匝～第4匝的高度Ha2～Ha4高。该图7所示的线圈40与实施方式1所示的线圈40的不同之处在于，第2线圈端部41b中的第1匝的高度Hb1和第5匝的高度Hb5比第2匝～第4匝的高度Hb2～Hb4高。

[0106] 根据本实施方式，如图7所示，在第1线圈端部41a中，由第1匝和第5匝夹着的空间作为油的流路发挥功能。由此，被喷射到第1线圈端部41a的油沿着第1线圈端部41a的轴向上侧面且在重力方向上向下方顺畅地流动。由此，能够利用少量的油来高效地对定子100内的各线圈40进行冷却。因此，能提高电动机1000的效率。由于能够减少油的喷出量，因此能够使油泵410小型化。因此，能够降低冷却装置400的成本，进而能够降低电动机1000的成本。

[0107] 在如图6所示向第2线圈端部41b喷射油的情况下，在第2线圈端部41b中，由第1匝和第5匝夹着的空间也作为油的流路发挥功能。由此，被喷射到第2线圈端部41b的油沿着第2线圈端部41b的轴向下侧面且在重力方向上向下方顺畅地流动。由此，能够利用少量的油来高效地对定子100内的各线圈40进行冷却。因此，能提高电动机1000的效率。由于能够减少油的喷出量，因此能够使油泵410小型化。因此，能够降低冷却装置400的成本，进而能够降低电动机1000的成本。

[0108] 为了向第1线圈端部41a中的第1匝和第5匝夹着的空间可靠地导入油，优选设置油

导入用的缺口43，使用图8A、图8B稍后详述该缺口43。

[0109] 图8A是从轴向观察实施方式2的电动机1000的另一定子100的主要部分而得到的示意图。图8B是图8A的线圈40的立体图。

[0110] 图8A、图8B所示的线圈40在定子100的内部配置于被直接喷射油的位置，例如图2所示的位置I、II和位置XII。

[0111] 图8A、图8B所示的线圈40在第1线圈端部41a中的第5匝设有缺口43。通过这样设置，能可靠地将自第1喷射口431喷射的油经由缺口43向由第1匝和第5匝夹着的空间导入。由此，被喷射到第1线圈端部41a的油沿着第1线圈端部41a的轴向上侧面且在重力方向上向下方顺畅地流动。由此，能够利用少量的油来高效地对定子100内的各线圈40进行冷却。因此，能提高电动机1000的效率。由于能够减少油的喷出量，因此能够使油泵410小型化。因此，能够降低冷却装置400的成本，进而能够降低电动机1000的成本。

[0112] 也可以是，在图7、图8A和图8B所示的线圈40的第1线圈端部41a中，第2匝的高度Ha2与第1匝的高度Ha1以及第5匝的高度Ha5相同。或者，也可以是，第4匝的高度Ha4与第1匝的高度Ha1以及第5匝的高度Ha5相同。也可以是，第2匝的高度Ha2以及第4匝的高度Ha4与第1匝的高度Ha1以及第5匝的高度Ha5相同。

[0113] 在第1线圈端部41a中，以在从轴向上侧观察时形成有凹部的方式设定各匝的高度即可。同样地，在第2线圈端部41b中，以在从轴向下侧观察时形成有凹部的方式设定各匝的高度即可。

[0114] 即，在通过卷绕截面为四边形的导线并层叠n匝而成的线圈40中，线圈端部41的至少第1匝的高度和第n匝的高度比其他匝的高度高即可。

[0115] 前述的缺口43也并非一定要仅设于第5匝。在线圈端部41中，在高度比其他匝高的匝中，在位于在重力方向上比其他匝靠上侧的位置的匝设有缺口43即可。通过这样设置，从而如前述那样，能够可靠地使油沿着线圈端部41的轴向端面且在重力方向上向下侧流动。由此，能够利用少量的油来高效地对定子100内的各线圈40进行冷却。因此，能提高电动机1000的效率。能够使油泵410小型化。因此，能够降低冷却装置400的成本，进而能够降低电动机1000的成本。

[0116] (实施方式3)

[0117] 图9是实施方式3的电动机1000的轴向上的剖视示意图。图10是实施方式3的电动机1000的定子100的主要部分的剖视示意图。图11是实施方式3的另一电动机的轴向上的剖视示意图。

[0118] 图9所示的电动机1000是与实施方式1所示的电动机1000相同的结构。不过，使不被喷射作为制冷剂的油的第2线圈端部41b的表面积比被喷射油的第1线圈端部41a的表面积大。再者，也可以是，第2线圈端部41b的体积比第1线圈端部41a的体积大。

[0119] 通过这样设置，能够使第2线圈端部41b的散热面积比第1线圈端部41a的散热面积大，能提高第2线圈端部41b处的散热量。另一方面，由于向散热面积较小且容易积存热的第1线圈端部41a喷射油，因此能够利用与油的换热使来自第1线圈端部41a的散热量变大。即，不需要向第2线圈端部41b喷射油，并且能够可靠地使在线圈40产生的热散出。因此，能提高电动机1000的效率。由于能够减少油的喷出量，因此能够使油泵410小型化。因此，能够降低冷却装置400的成本，进而能够降低电动机1000的成本。

[0120] 另外，根据本实施方式，能够减小电动机壳体300内的配置供给管420的配置空间，这与在变形例中描述的情况相同。由此，与图6所示的结构相比，能够使电动机1000的体积减小与由图9所示的虚线包围的部分相应的量，能够使电动机1000小型化。另外，由于能够使第1线圈端部41a的体积比第2线圈端部41b的体积小，因此能够减小电动机1000的轴向上的尺寸。因此，能够使电动机1000小型化。

[0121] 第2线圈端部41b的表面积能根据所需要的来自第2线圈端部41b的散热量来适当设定。在第1线圈端部41a的表面积比第2线圈端部41b的表面积小的范围内，第1线圈端部41a和第2线圈端部41b的形状能适当变更。例如，也可以是，在图4A、图4B、图7、图8A和图8B所示的各线圈40中，第2线圈端部41b的第k匝的高度Hbk比第1线圈端部41a的第k匝的高度Hak高。也可以是，在图5所示的线圈40中，第2线圈端部41b的第k匝的高度Hbk与第1线圈端部41a的第1匝的高度Ha1相同。

[0122] 也可以是，如图10所示，在第1线圈端部41a中，所有的匝的高度相同。也可以是，在第2线圈端部41b中，所有的匝的高度相同。不过，在该情况下，第2线圈端部41b的第k匝的高度Hbk需要比第1线圈端部41a的第k匝的高度Hak高。

[0123] 如图11所示，在电动机1000中，也可以使被喷射作为制冷剂的油的第1线圈端部41a的表面积比不被喷射油的第2线圈端部41b的表面积大。也可以是，第1线圈端部41a的体积比第2线圈端部41b的体积大。

[0124] 与从线圈端部41向外部环境散热相比，直接向线圈端部41喷射油更能可靠地增大来自线圈40的散热量。因此，如图11所示，存在如下情况：向表面积比第2线圈端部41b大的第1线圈端部41a喷射油，从而积极地对线圈40进行冷却。

[0125] 在该情况下，也不需要向第2线圈端部41b喷射油，并且能够可靠地使在线圈40产生的热散出，能提高电动机1000的效率。由于能够减少油的喷出量，因此能够使油泵410小型化。因此，能够降低冷却装置400的成本，进而能够降低电动机1000的成本。再者，能够减小电动机壳体300内的配置供给管420的配置空间。因此，能够使电动机1000小型化。

[0126] 此外，在图11所示的线圈40中，在第2线圈端部41b的表面积比第1线圈端部41a的表面积小的范围内，第1线圈端部41a和第2线圈端部41b的形状能适当变更，上述情况与图9所示的情况相同。不过，在该情况下，第1线圈端部41a中的k匝的高度和第2线圈端部41b中的k匝的高度的关系为与前述的关系相反的关系。例如，在图4A、图4B、图7、图8A和图8B所示的各线圈40中，第1线圈端部41a的第k匝的高度Hak比第2线圈端部41b的第k匝的高度Hbk高。在图10所示的线圈40中，第1线圈端部41a的第k匝的高度Hak比第2线圈端部41b的第k匝的高度Hbk高。

[0127] (其他实施方式)

[0128] 也能够适当组合实施方式1～3和变形例所示的构成要素来作为新的实施方式。例如，也可以将图7、图8A和图8B所示的线圈40用于图6所示的变形例的电动机1000。在该情况下，不言而喻，优选在第2线圈端部41b中的第5匝也设置缺口43。

[0129] 此外，在本申请说明书中，以3相12槽的电动机1000为例进行了说明。但是，并不特别限定于此。也可以是其他构造例如3相6槽的电动机1000。

[0130] 供给管420的构造也并不特别限定于图1A、图6所示的例子。例如，也可以省略支管440、450或第2喷射口441、451。

[0131] 此外，本公开的电动机1000的构造并不限定于实施方式1～3和变形例所示的例子。本公开的电动机1000的构造也可以还采用其他构造。

[0132] 图12是另一变形例的电动机1000的轴向上的剖视示意图。图13是又一变形例的电动机1000的轴向上的剖视示意图。

[0133] 在上述实施方式1～3等中使用如下结构进行了说明：供给管420具有主管430和支管440。也可以是，供给管420仅由1根形成。例如，也可以是，如图12所示，供给管420为仅使用图1A所示的主管430的形状。或者，也可以是，供给管为仅使用支管440的形状。

[0134] 也可以是，根据电动机1000安装于被设置物的方向来改变冷却装置400安装于电动机1000的方向。

[0135] 例如，存在如下情况：如图13所示，电动机1000以重力方向和轴向为同一方向的方式设置。在这样的情况下，如图13所示，也可以将油泵410设置于径向上的外周侧。在该情况下，供给管420与图1A所示的支管440同样地通过端板310的内部并延伸到电动机壳体300的内部。

[0136] 产业上的可利用性

[0137] 本公开的线圈使制冷剂在相邻的线圈端部之间的移动变得容易，能提高基于制冷剂的冷却效率。因此，本公开的线圈对于电动机是有用的。

[0138] 附图标记说明

[0139] 10、齿(齿部)；20、磁轭；30、槽；40、线圈；41、线圈端部；41a、第1线圈端部；41b、第2线圈端部；42、边部；43、缺口；50、绝缘体；100、定子；110、定子芯；200、转子；210、旋转轴；220、转子芯；230、磁体；300、电动机壳体；310、端板；320、轴承；400、冷却装置；410、油泵(泵)；420、供给管；430、主管；431、432、第1喷射口；440、450、支管；441、451、第2喷射口；1000、电动机。

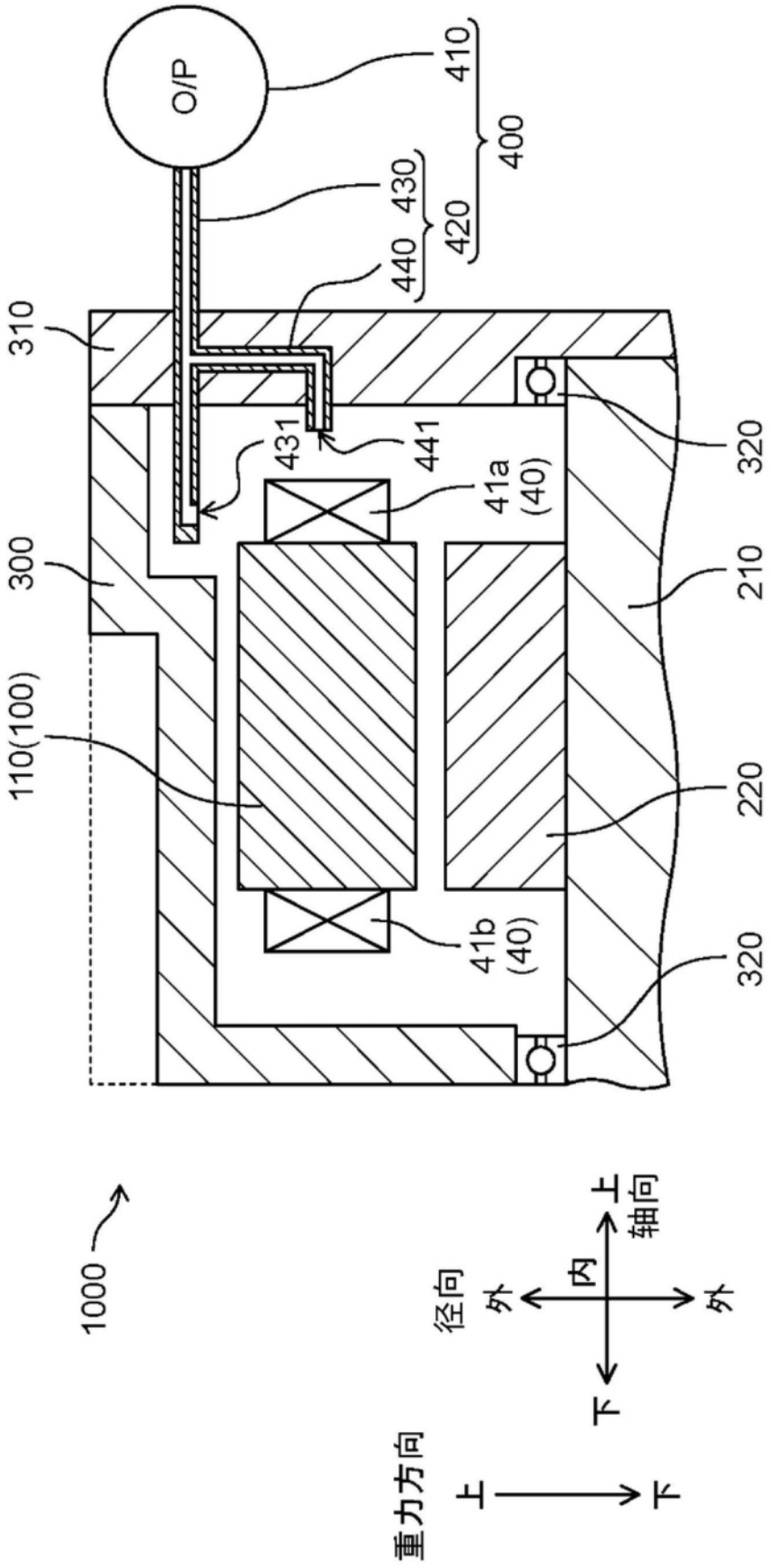

O/P
410
400
430
420
440
310
320
431
441
41a
(40)
300
210
110(100)
220
41b
(40)
320
1000
径向
外
内
外
轴向
上
下
重力方向
上
下

图1A

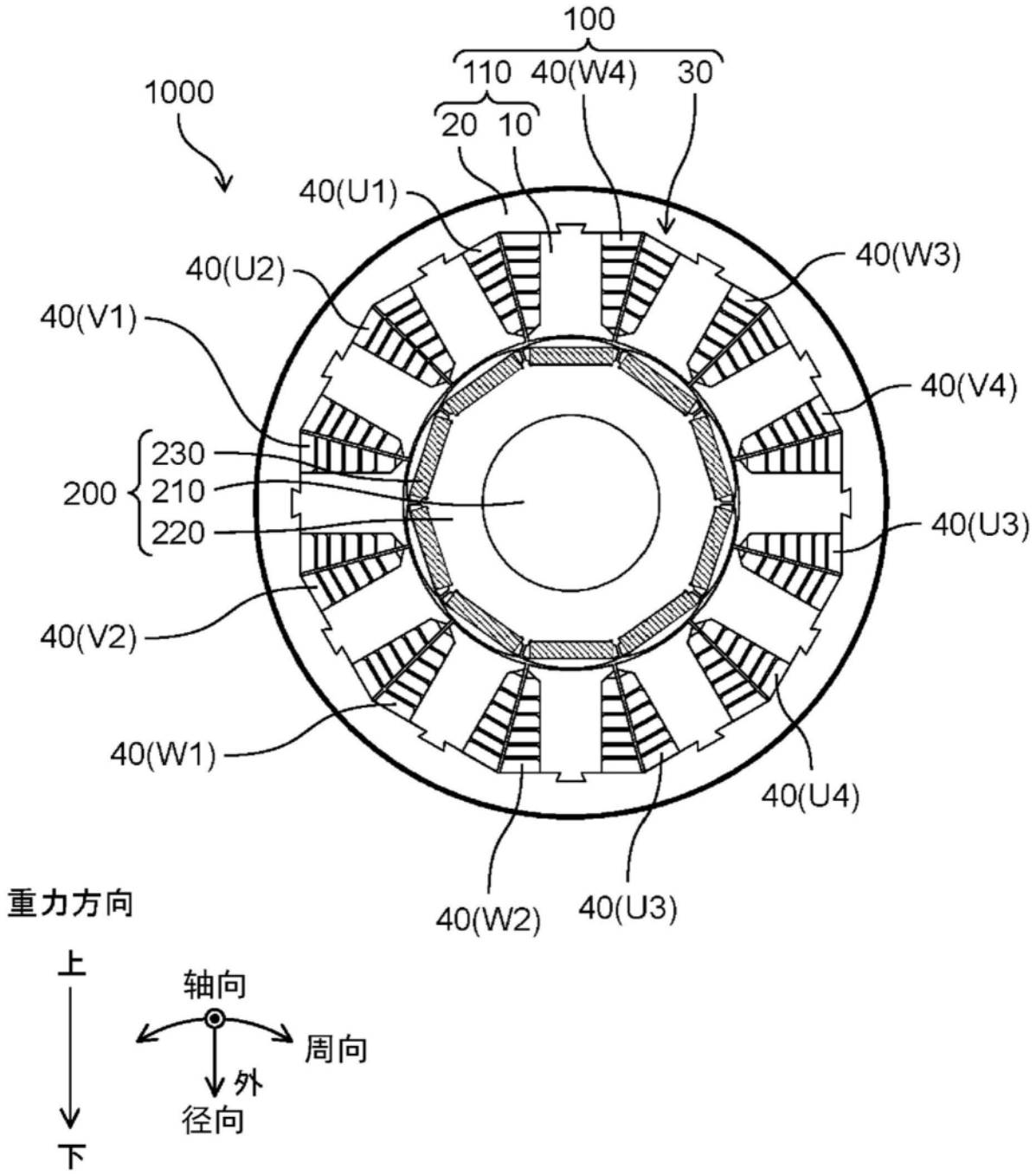

100
110
40(W4)
30
20
10
1000
40(U1)
40(U2)
40(V1)
40(W3)
40(V4)
230
200
210
220
40(U3)
40(V2)
40(W1)
40(U4)
40(W2)
40(U3)
重力方向
上
轴向
周向
外
径向
下

图1B

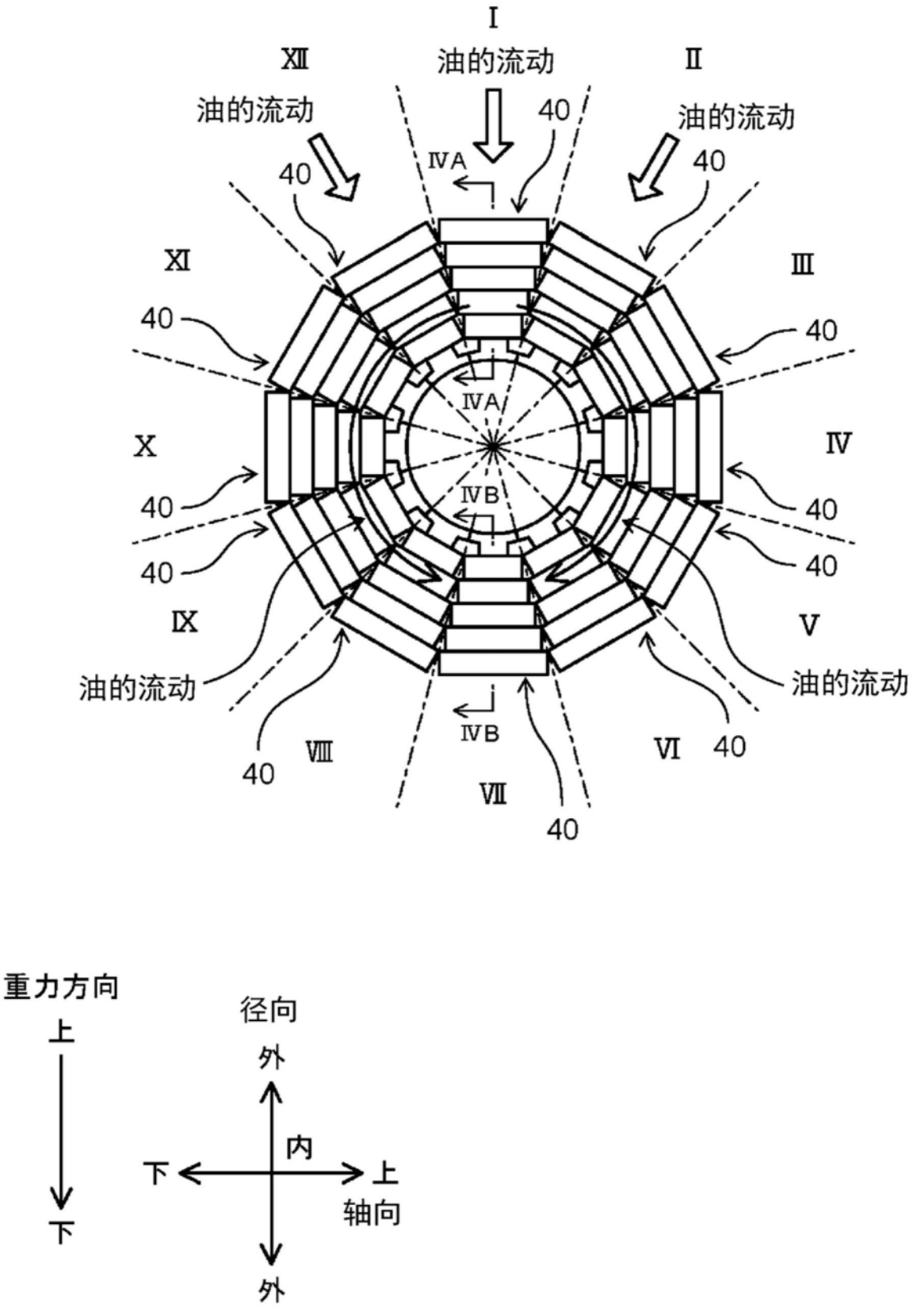

I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII
油的流动
油的流动
油的流动
油的流动
油的流动
40
40
40
40
40
40
40
40
40
40
40
40
ⅣA
ⅣA
ⅣB
ⅣB
重力方向
上
下
径向
外
内
下
上
轴向
外

图2

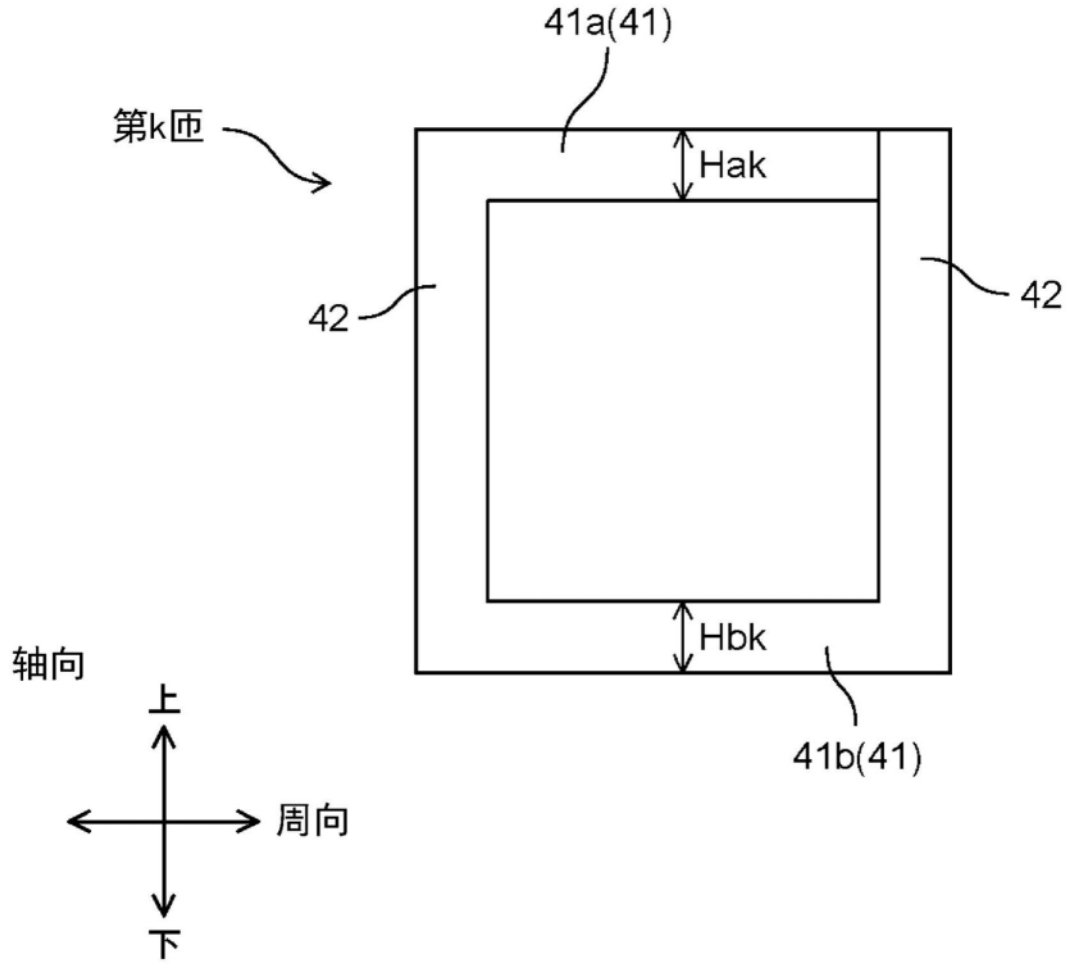


图3

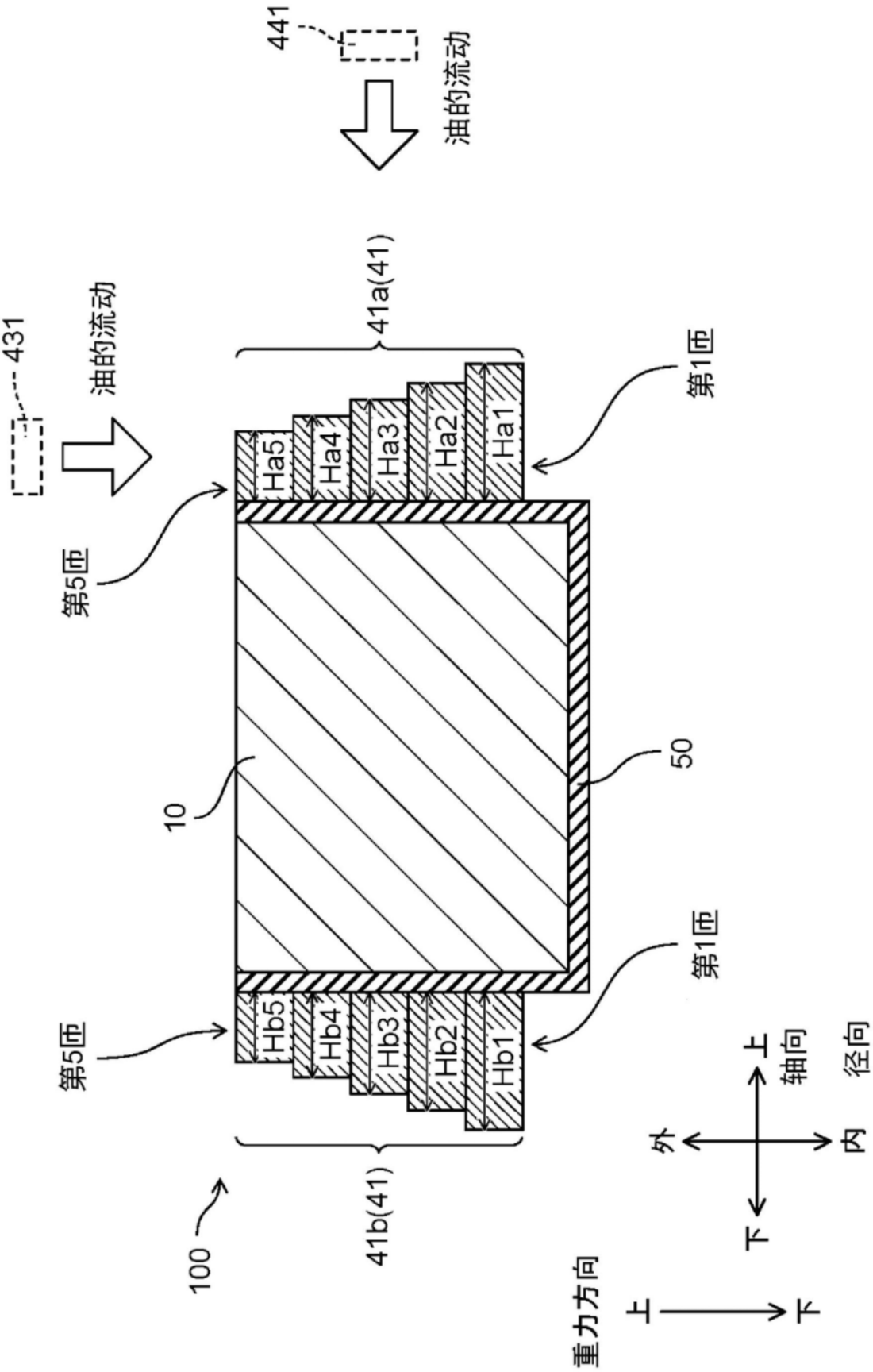

441
油的流动
431
油的流动
41a(41)
第1匝
第5匝
Ha5
Ha4
Ha3
Ha2
Ha1
10
50
第5匝
第1匝
Hb5
Hb4
Hb3
Hb2
Hb1
100
41b(41)
上
轴向
径向
外
内
下
重力方向
上
下

图4A

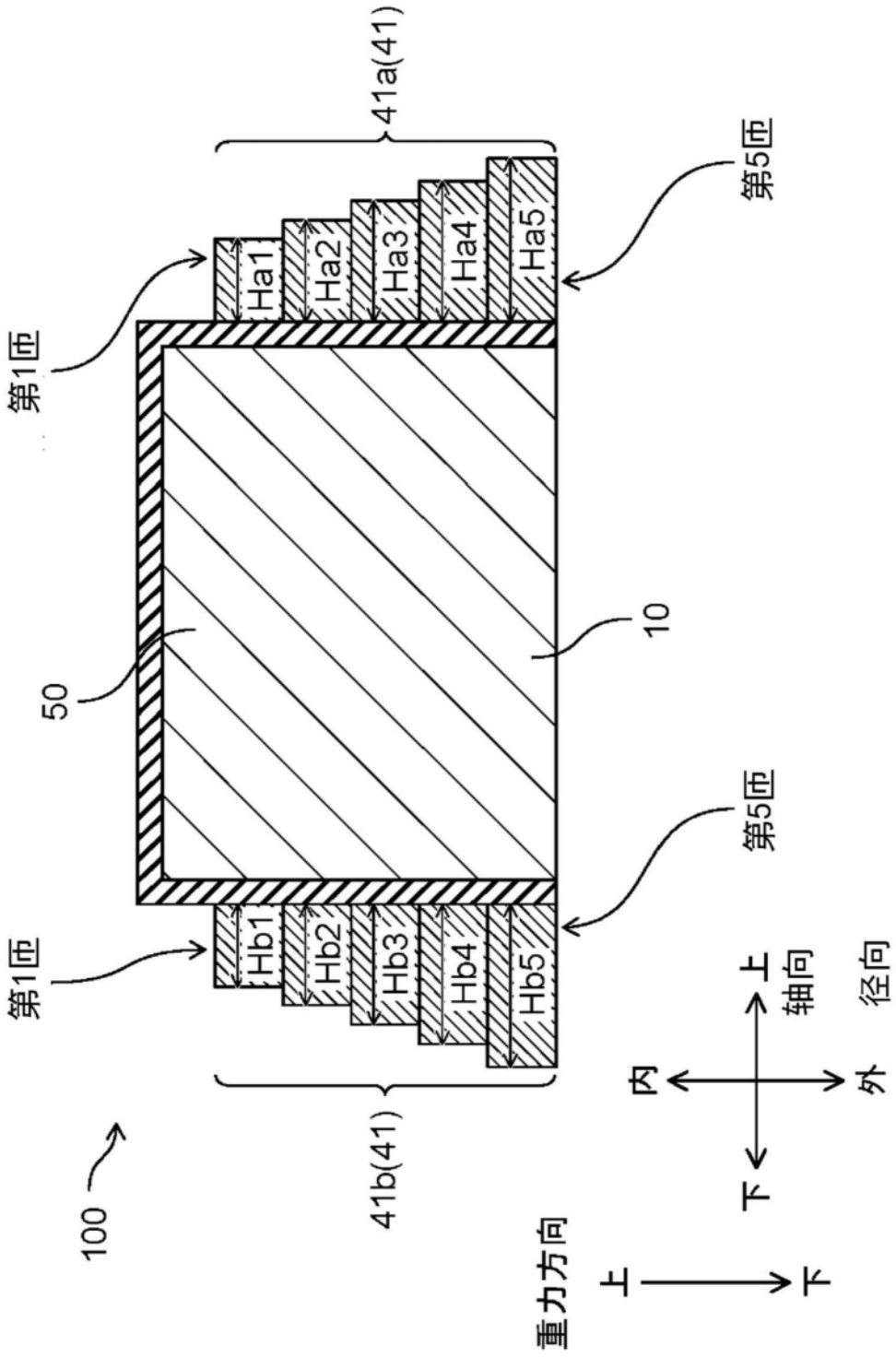

41a(41)
第5面
第1面
Ha1
Ha2
Ha3
Ha4
Ha5
50
10
第5面
第1面
Hb1
Hb2
Hb3
Hb4
Hb5
41b(41)
100
上
轴向
径向
内
外
下
重力方向
上
下

图4B

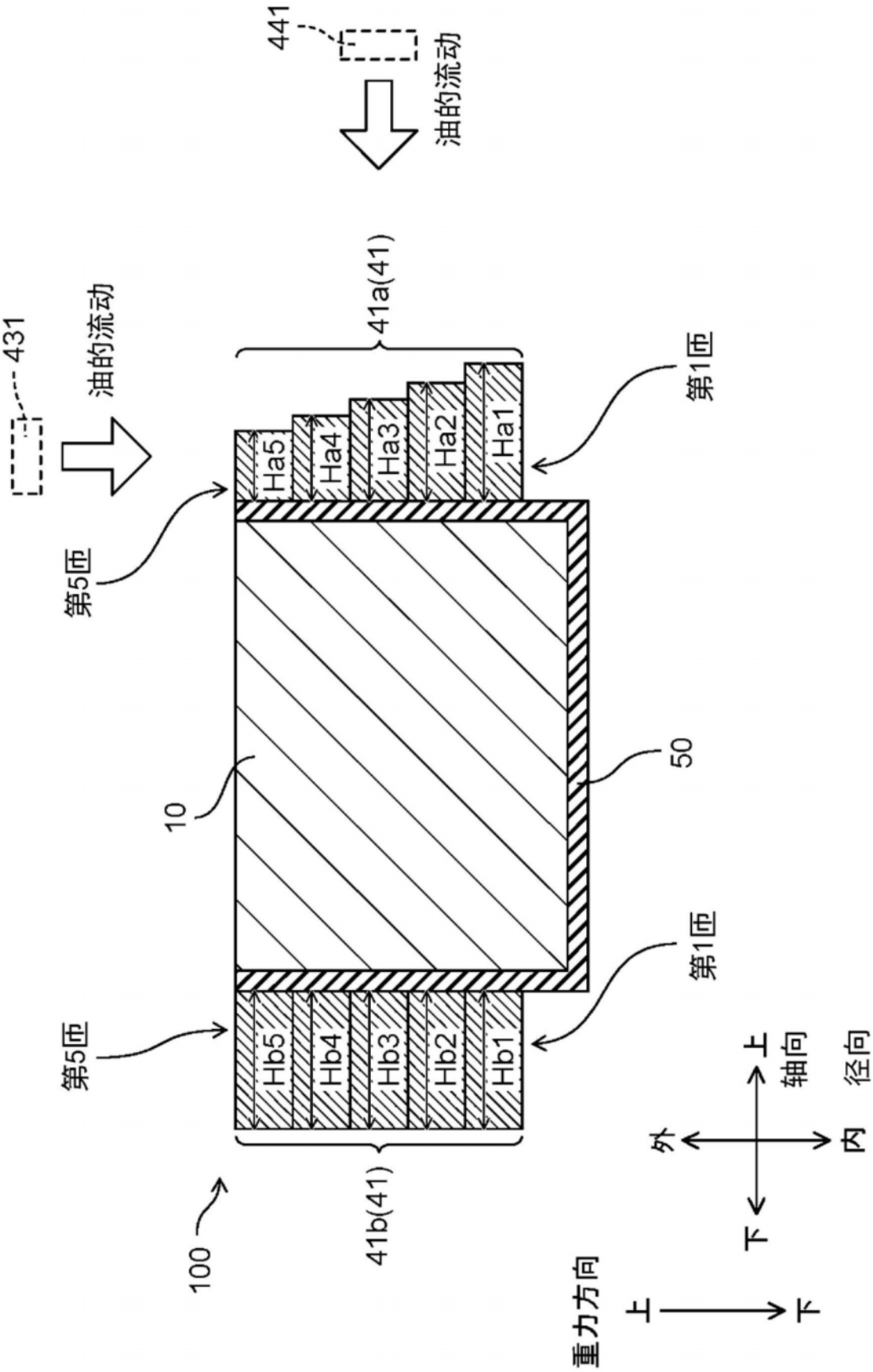

441
油的流动
41a(41)
431
油的流动
第1匝
第5匝
Ha5
Ha4
Ha3
Ha2
Ha1
10
50
第5匝
第1匝
Hb5
Hb4
Hb3
Hb2
Hb1
100
41b(41)
上
轴向
外
内
径向
下
重力方向
上
下

图5

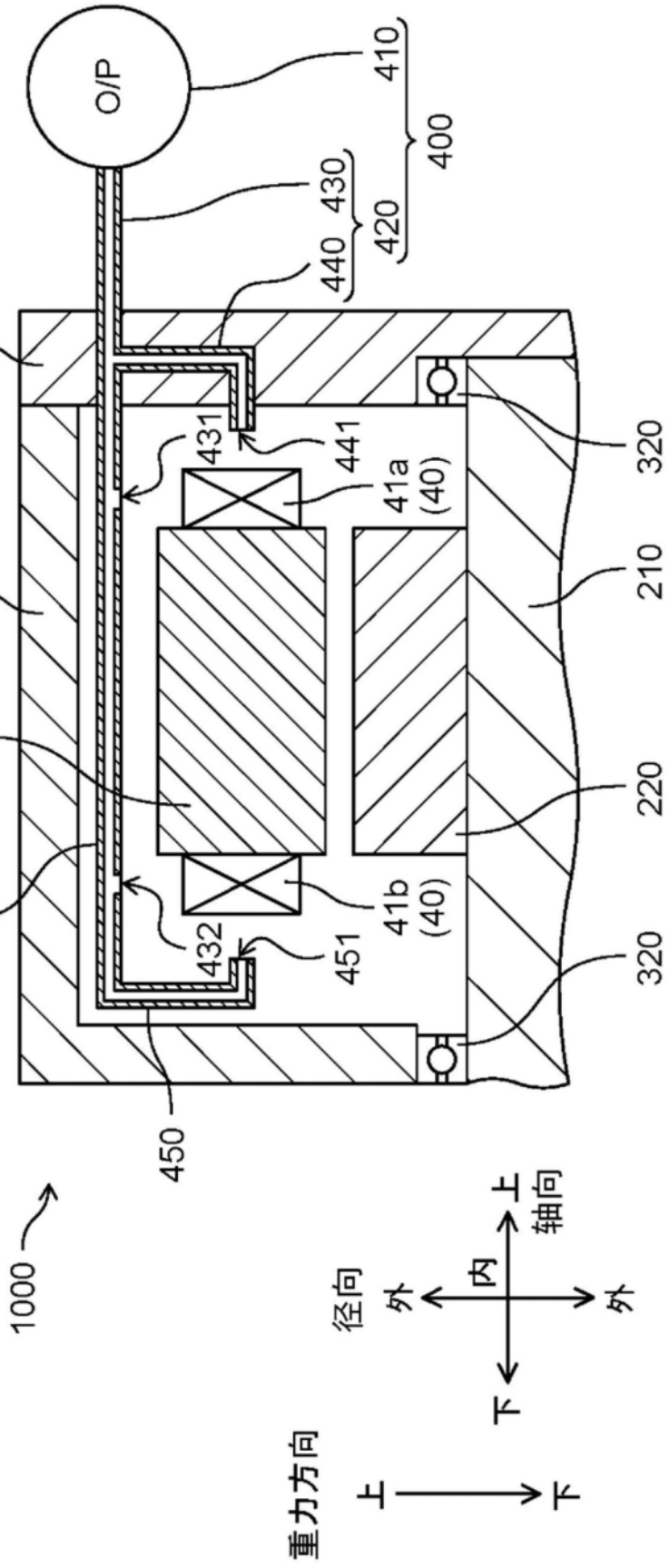

O/P
410
400
430
420
440
310
431
441
41a
(40)
320
300
210
110(100)
220
430
41b
(40)
432
451
320
450
1000
径向
外
内
外
上
轴向
下
重力方向
上
下

图6

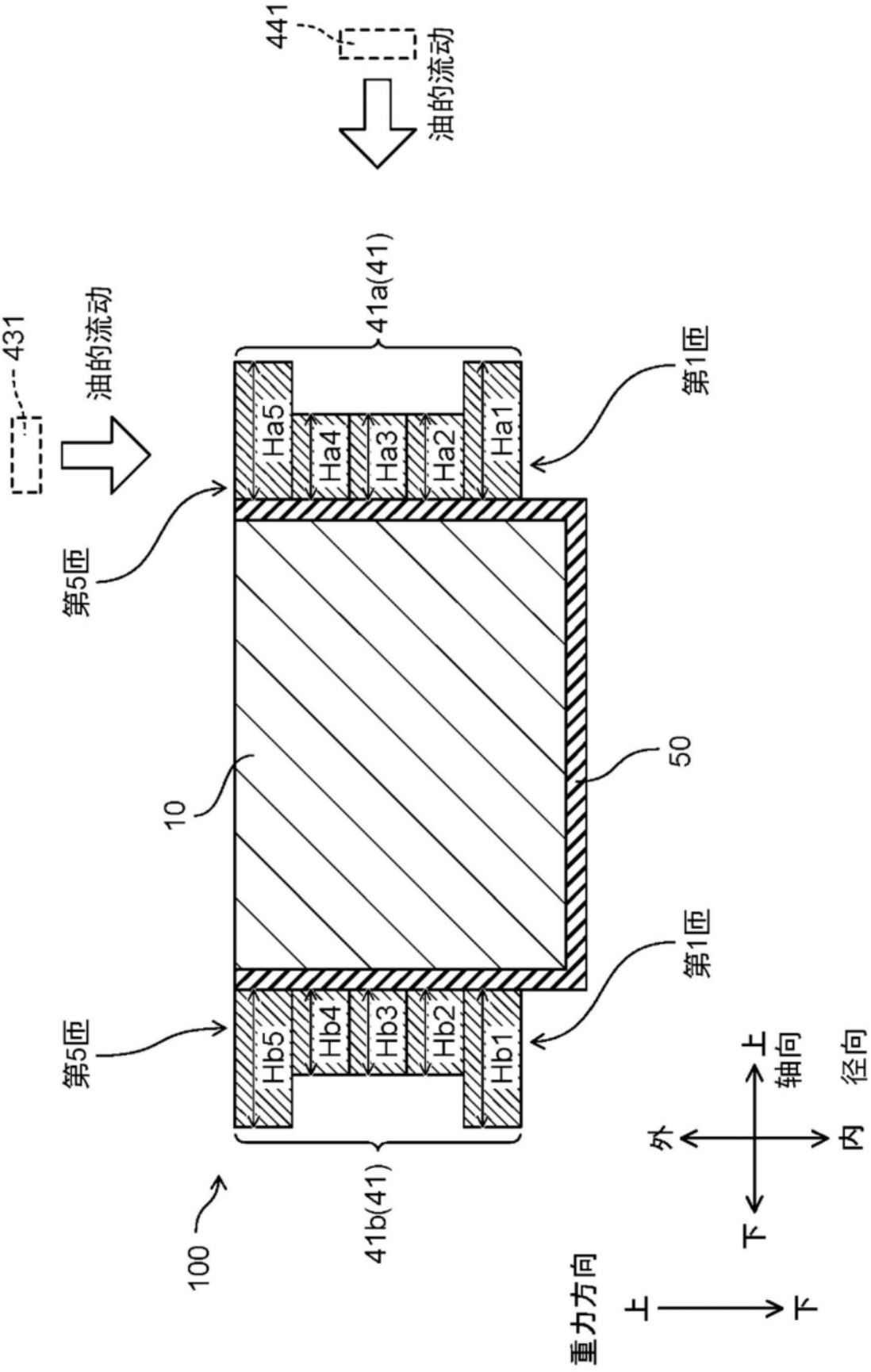

441
油的流动
41a(41)
431
油的流动
第1匝
第5匝
Ha5
Ha4
Ha3
Ha2
Ha1
10
50
第5匝
第1匝
Hb5
Hb4
Hb3
Hb2
Hb1
100
41b(41)
上
轴向
外
内
径向
下
重力方向
上
下

图7

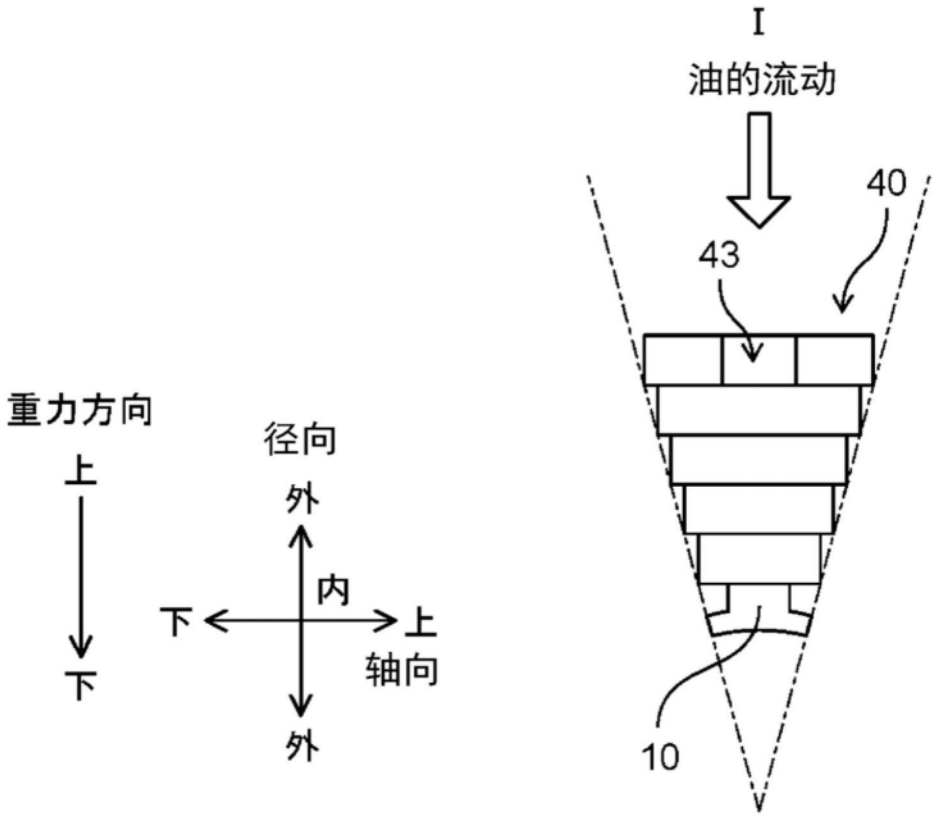


图8A

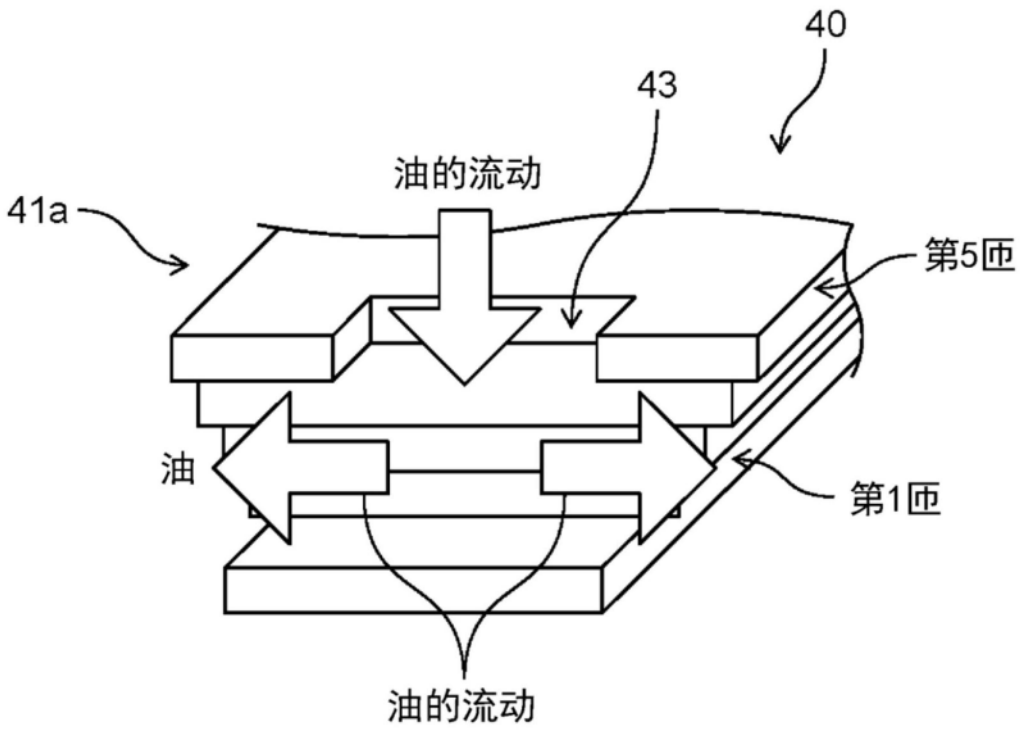


图8B

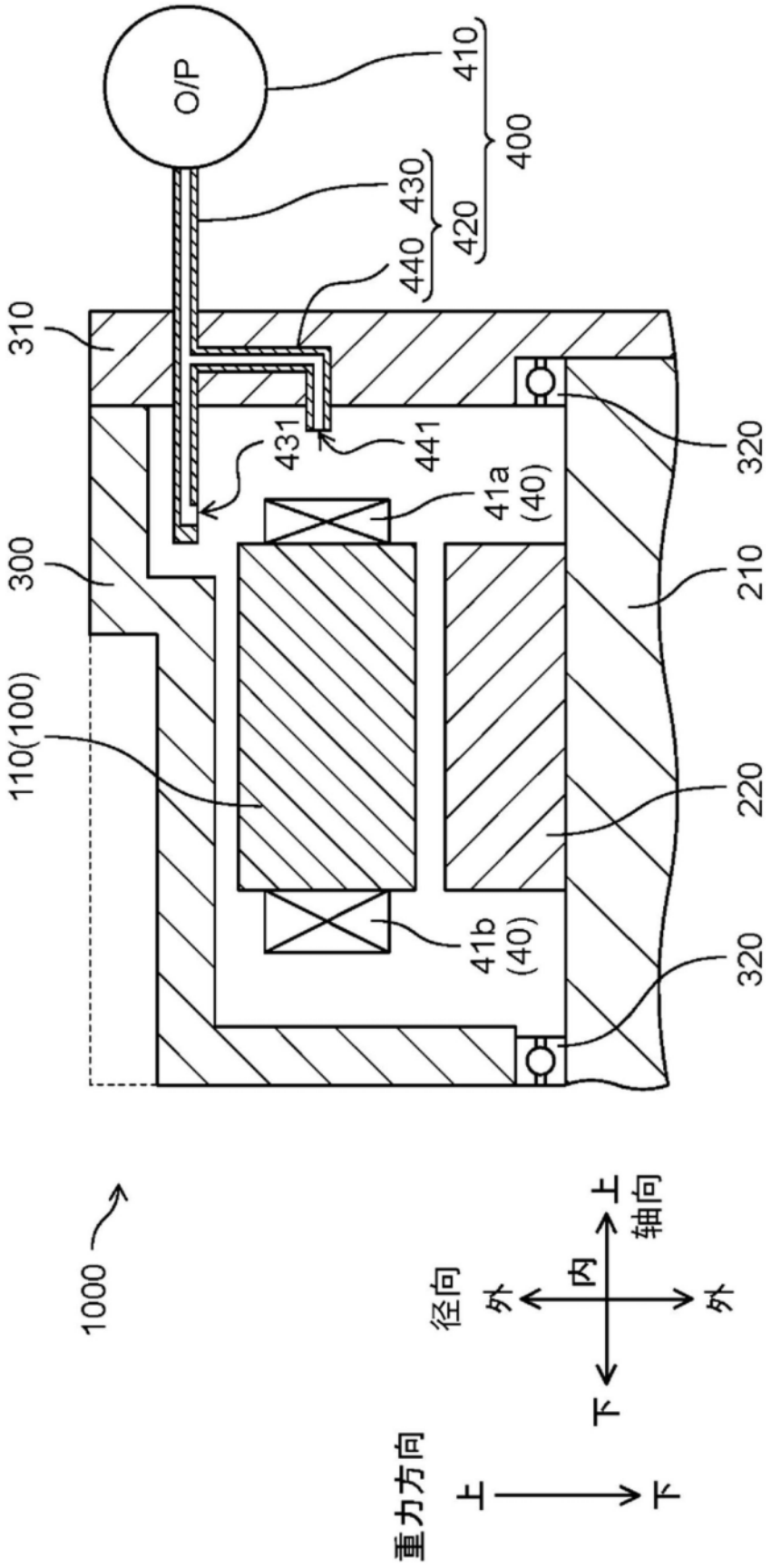

O/P
410
400
430
420
440
310
431
441
320
41a
(40)
300
210
110(100)
220
41b
(40)
320
1000
径向
外
内
外
上
轴向
下
重力方向
上
下

图9

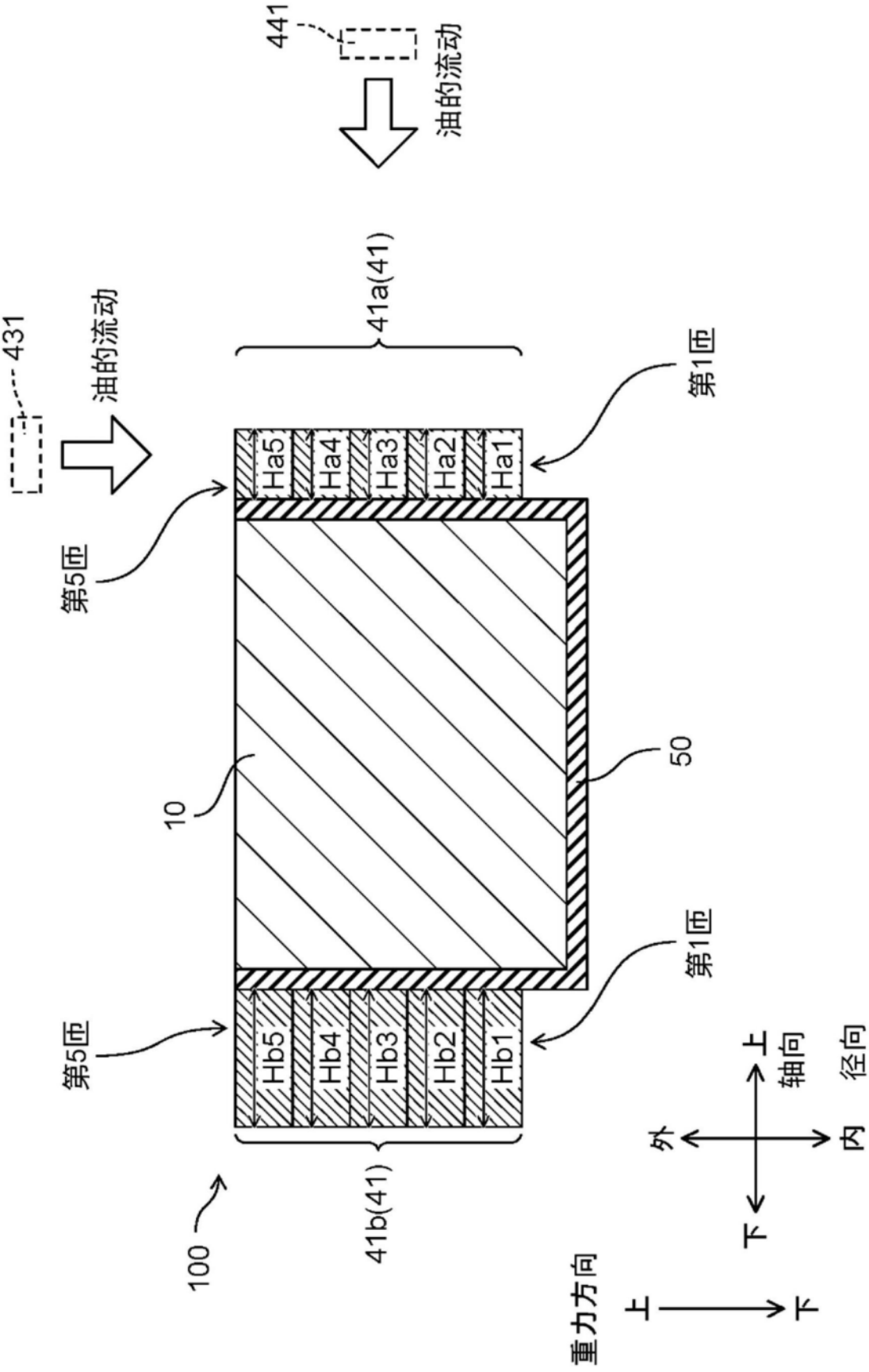

441
油的流动
41a(41)
431
油的流动
第1匝
第5匝
Ha5
Ha4
Ha3
Ha2
Ha1
10
50
第5匝
第1匝
Hb5
Hb4
Hb3
Hb2
Hb1
100
41b(41)
上
轴向
径向
外
内
下
重力方向
上
下

图10

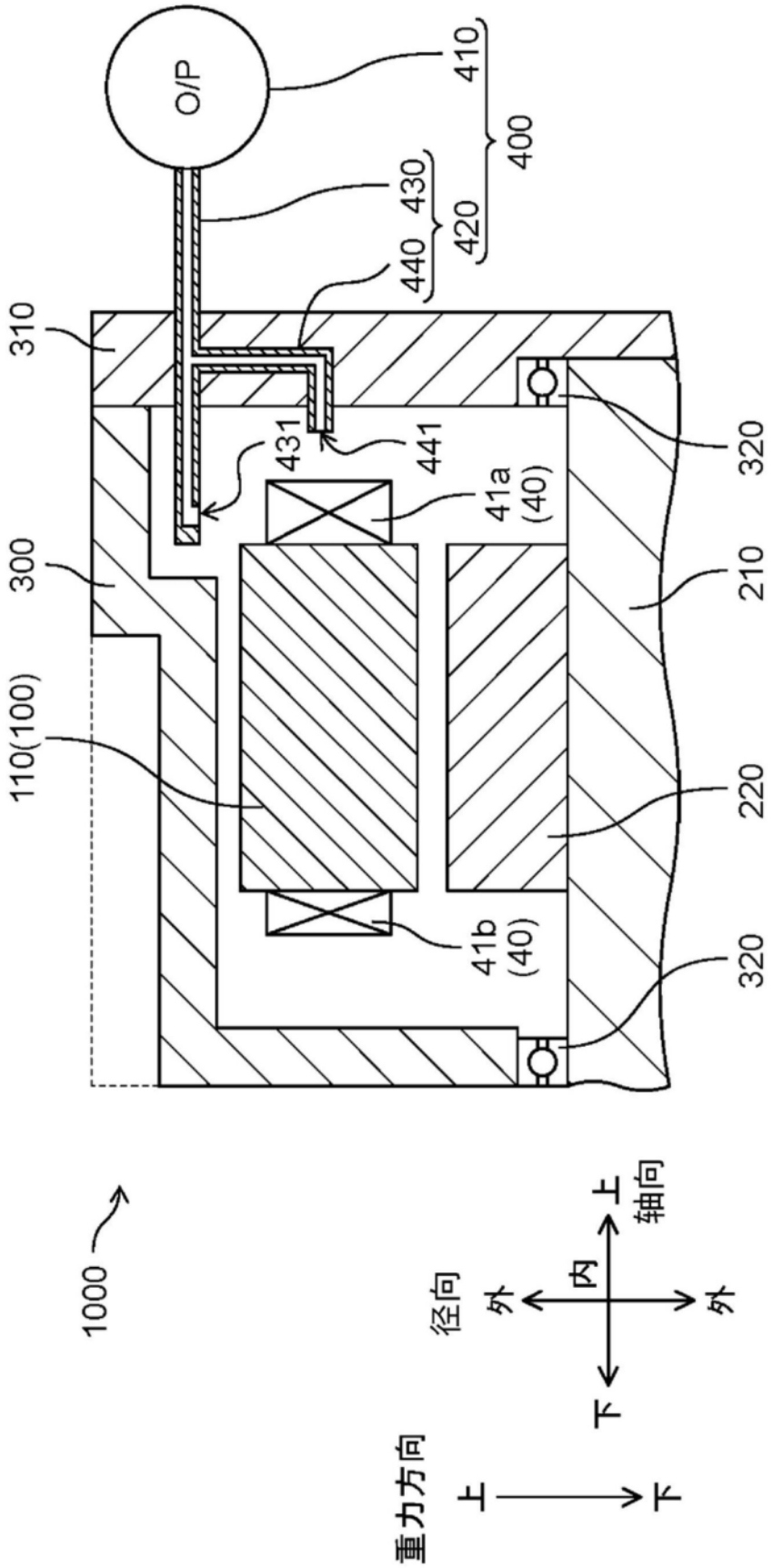

O/P
410
400
430
420
440
310
431
441
320
41a
(40)
300
210
110(100)
220
41b
(40)
320
1000
轴向
上
下
径向
内
外
外
重力方向
上
下

图11

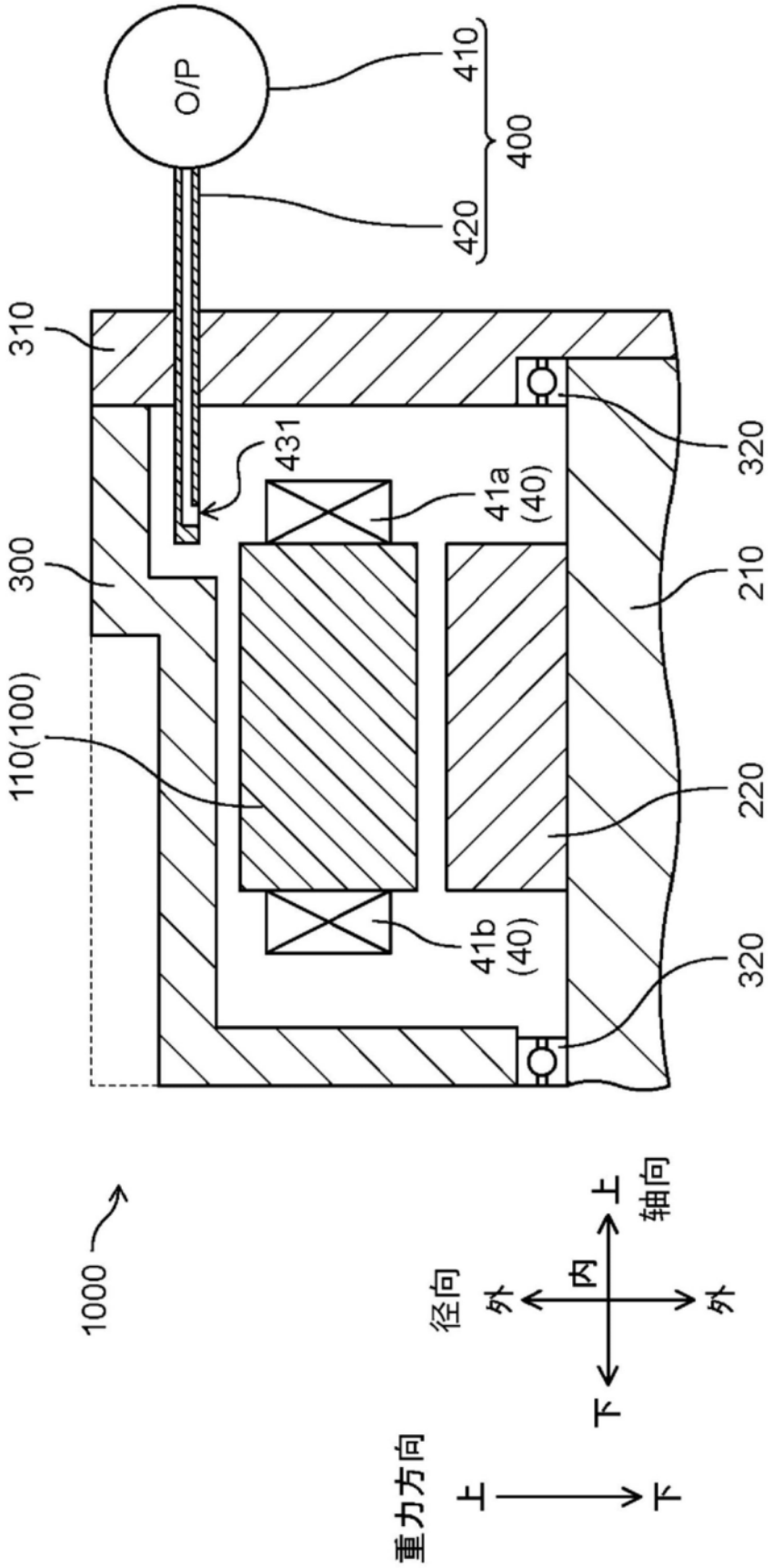

O/P
410
400
420
310
431
41a
(40)
320
300
210
110(100)
220
41b
(40)
320
1000
轴向
上
径向
内
外
外
下
重力方向
上
下

图12

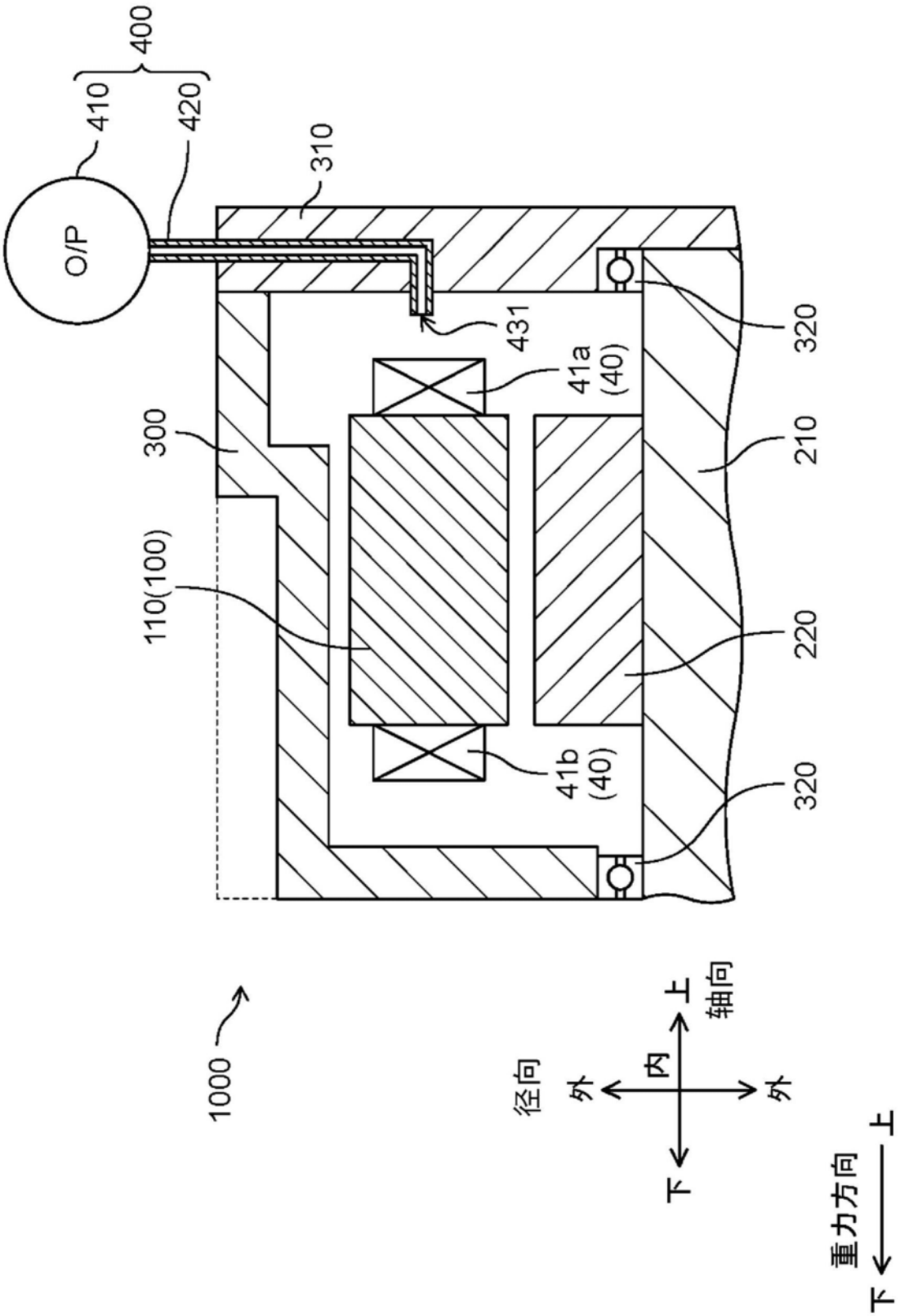

400
410
420
310
O/P
431
41a
(40)
320
300
210
110(100)
220
41b
(40)
320
1000
径向
外
内
外
上
轴向
下
重力方向
上
下

图13