



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111384805 A

(43)申请公布日 2020.07.07

(21)申请号 201911343760.1

(22)申请日 2019.12.23

(30)优先权数据

2018-243311 2018.12.26 JP

(71)申请人 本田技研工业株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 山口健太郎 金田和弥 藤田统阳

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 刘国超

(51)Int.Cl.

H02K 1/32(2006.01)

H02K 1/27(2006.01)

H02K 9/19(2006.01)

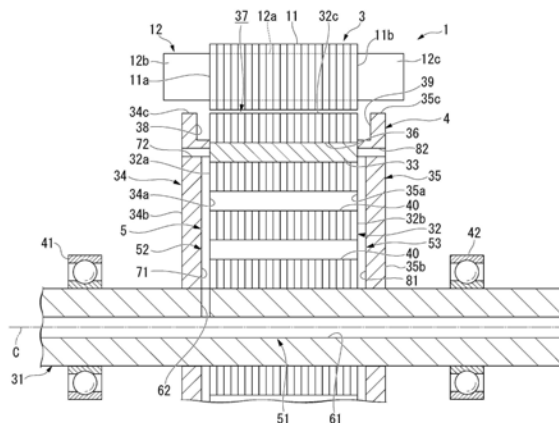
权利要求书1页 说明书12页 附图9页

(54)发明名称

旋转电机

(57)摘要

本发明提供一种能够在不使转子的外周部向轴向外侧隆起的情况下抑制冷却介质向气隙的进入的旋转电机。本发明的旋转电机(1)具备:筒状的定子(3),其装配有线圈(12);以及转子(4),其构成为相对于定子(3)在径向的内侧隔开气隙(37)的状态下能够旋转,其中,端面板(34、35)的外侧面(34b、35b)形成为与轴向正交的平坦面,在端面板(34、35)的外周面(34c、35c)中,在轴向上相对于外侧面(34b、35b)及气隙(37)分离的位置形成有沿径向延伸的台阶部(38、39)。



1. 一种旋转电机,其中,
所述旋转电机具备:
筒状的定子,其装配有线圈;以及
转子,其构成为相对于所述定子在内侧隔开间隔的状态下能够旋转,
所述转子的轴向的端部表面形成为与轴向正交的平坦面,
在所述转子的外周面中,在轴向上相对于所述端部表面及所述间隔分离的位置形成有沿径向延伸的台阶部。
2. 根据权利要求1所述的旋转电机,其中,
所述台阶部具有:
分离面,其沿所述转子的径向延伸;以及
底面,其与所述分离面中的径向的内侧端部相连,且沿轴向延伸。
3. 根据权利要求1所述的旋转电机,其中,
所述台阶部具有:
第一分离面,其沿所述转子的径向延伸;
第二分离面,其位于在轴向上相对于所述第一分离面靠近所述间隔的位置,且沿径向延伸;以及
底面,其将所述第一分离面及所述第二分离面的径向的内侧端部彼此连接。
4. 根据权利要求2或3所述的旋转电机,其中,
所述底面在径向上配置于在所述转子上设置的永久磁铁的端面的中途的位置。
5. 根据权利要求1所述的旋转电机,其中,
所述台阶部具有:
第一分离面,其随着从所述外周面朝向径向的内侧而向轴向的内侧呈倾斜状延伸;以
及
第二分离面,其随着从所述第一分离面中的径向的内侧端部朝向径向的外侧而向轴向的内侧呈倾斜状延伸到所述外周面。
6. 根据权利要求1所述的旋转电机,其中,
所述台阶部形成为从所述外周面向径向的内侧凹陷的圆弧状。
7. 根据权利要求1~6中任一项所述的旋转电机,其中,
所述转子具备:
转子铁心;以及
端面板,其设置于所述转子的轴向的端面,
在所述端面板上具备所述台阶部。
8. 根据权利要求7所述的旋转电机,其中,
所述端面板的所述外周面配置于在从轴向观察时比所述间隔靠径向的外侧且比所述线圈靠径向的内侧的位置。

旋转电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种旋转电机。

背景技术

[0002] 在旋转电机中,通过向线圈供给电流,从而在定子铁心形成磁场,在转子的永久磁铁与定子铁心之间产生磁吸引力、磁斥力。由此,转子以旋转轴为轴而相对于定子旋转。

[0003] 在上述的旋转电机中,例如在高负荷运转时,因在磁铁产生的涡流等的影响而使转子发热。当因磁铁的发热而磁力降低(所谓的热退磁)时,存在旋转电机的性能降低的可能性。

[0004] 作为冷却旋转电机的方法,已知有如下方法:例如旋转轴内的冷却介质在由转子铁心的旋转产生的离心力的作用下经过转子铁心与端面板之间被向转子铁心的内部引导,由此冷却转子铁心。冷却转子铁心后的冷却介质经过端面板的贯通孔而在由转子铁心的旋转产生的离心力的作用下沿着端面板中的朝向轴向的外侧的外侧面被向端面板的外周缘引导。被引导到端面板的外周缘的冷却介质在由转子铁心的旋转产生的离心力的作用下被向线圈引导,对线圈进行冷却。

[0005] 然而,在上述的冷却方法中,认为沿着端面板的外侧面被引导到端面板的外周缘的冷却介质会向在定子铁心与转子铁心之间形成的空间(气隙)进入。当冷却介质向气隙进入时,认为因在转子与冷却介质之间产生的摩擦而对转子的旋转效率产生影响。

[0006] 作为其对策,例如在专利文献1(日本特开2013-27244号公报)中,已知有使端面板的外周部向轴向的外侧呈倾斜状地隆起的技术。通过使端面板的外周部呈倾斜状地隆起,由此利用倾斜状的隆起能够使被引导到端面板的外周缘的冷却介质以远离气隙的方式向轴向的外侧飞散。由此,能够抑制冷却介质向气隙进入的情况。

[0007] 发明的概要

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 然而,根据专利文献1的结构,需要使端面板(即,转子)的外周部向轴向的外侧隆起。因此,存在旋转电机在轴向上大型化的可能性。

[0010] 另外,因使端面板的外周部向轴向的外侧隆起而端面板的外周部(即,转子)的重量增加。因此,认为会对转子的旋转效率产生影响。

发明内容

[0011] 本发明的目的在于,提供一种能够在不使转子的外周部向轴向外侧隆起的情况下抑制冷却介质向气隙的进入的旋转电机。

[0012] 用于解决课题的方案

[0013] (1) 本发明的一方案的旋转电机(例如,实施方式中的旋转电机1)具备:筒状的定子(例如,实施方式中的定子3),其装配有线圈(例如,实施方式中的线圈12);以及转子(例如,实施方式中的转子4),其构成为相对于所述定子在内侧隔开间隔(例如,实施方

式中的气隙37)的状态下能够旋转,其中,所述转子的轴向的端部表面(例如,实施方式中的外侧面34b、35b)形成为与轴向正交的平坦面,在所述转子的外周面中,在轴向上相对于所述端部表面及所述间隔分离的位置形成有沿径向延伸的台阶部(例如,实施方式中的台阶部38、39)。

[0014] (2)在上述(1)的方案旋转电机中,也可以是,所述台阶部具有:分离面(例如,实施方式中的分离面44),其沿所述转子的径向延伸;以及底面(例如,实施方式中的底面45),其与所述分离面中的径向的内侧端部相连,且沿轴向延伸。

[0015] (3)在上述(1)的方案旋转电机中,也可以是,所述台阶部具有:第一分离面(例如,实施方式中的第一分离面123),其沿所述转子的径向延伸;第二分离面(例如,实施方式中的第二分离面124),其位于在轴向上相对于所述第一分离面靠近所述间隔的位置,且沿径向延伸;以及底面(例如,实施方式中的底面125),其将所述第一分离面及所述第二分离面的径向的内侧端部彼此连接。

[0016] (4)在上述(2)或(3)的方案旋转电机中,也可以是,所述底面在径向上配置于在所述转子上设置的永久磁铁的端面的中途的位置。

[0017] (5)在上述(1)的方案旋转电机中,也可以是,所述台阶部具有:第一分离面(例如,实施方式中的第一分离面143),其随着从所述外周面朝向径向的内侧而向轴向的内侧呈倾斜状延伸;以及第二分离面(例如,实施方式中的第二分离面144),其随着从所述第一分离面中的径向的内侧端部朝向径向的外侧而向轴向的内侧呈倾斜状延伸到所述外周面。

[0018] (6)在上述(1)的方案旋转电机中,也可以是,所述台阶部形成为从所述外周面向径向的内侧凹陷的圆弧状。

[0019] (7)在上述(1)~(6)中任一方案的旋转电机中,也可以是,所述转子具备:转子铁心(例如,实施方式中的转子铁心32);以及端面板(例如,实施方式中的端面板34、35),其设置于所述转子的轴向的端面,其中,在所述端面板上具备所述台阶部。

[0020] (8)在上述(7)的方案旋转电机中,也可以是,所述端面板的所述外周面配置于在从轴向观察时比所述间隔靠径向的外侧且比所述线圈靠径向的内侧的位置。

[0021] 发明效果

[0022] 根据上述(1)的方案,在台阶部与转子的外周缘之间,能够减小转子的外周面的表面积。

[0023] 在此,冷却介质被从转子的轴向的端部表面向转子的外周面引导。因而,通过减小转子的外周面的表面积,从而能够将作用于被引导到转子的外周面的冷却介质的表面张力抑制得较小。由此,能够抑制被引导到转子的外周面的冷却介质在表面张力的作用下向间隔进入的情况,能够使冷却介质指向与间隔相反的方向。

[0024] 尤其是通过在转子的外周面上形成台阶部,由此能够在不使转子的端部表面在轴向上向远离间隔的外侧隆起的情况下抑制冷却介质向间隔的进入。其结果是,能够抑制旋转电机的轴向上的大型化,能够在不对转子的旋转效率产生影响的情况下抑制冷却介质向间隔的进入。

[0025] 根据上述(2)的方案,通过分离面和底面构成台阶部。分离面沿转子的径向延伸,底面沿转子的轴向延伸。因而,通过在转子的外周面上形成台阶部,由此能够容易在外周面形成开口部。由此,能够以简单的结构减小转子的外周面的表面积。

[0026] 根据上述(3)的方案,通过第一分离面、第二分离面及底面形成台阶部。因而,通过第一分离面、第二分离面及底面将台阶部形成为截面U字状,从而能够减小转子的外周面的表面积。由此,能够将作用于被引导到转子的外周面的冷却介质的表面张力抑制得较小。因此,能够抑制被引导到转子的外周面的冷却介质在表面张力的作用下向间隔进入的情况,能够使冷却介质指向与间隔的方向相反的方向。

[0027] 即,能够在不使转子的外周部向轴向外侧隆起的情况下抑制冷却介质向气隙的进入。

[0028] 根据上述(4)的方案,将底面配置于永久磁铁的端面的中途的位置。由此,在将永久磁铁保持于转子的内部的状态下,能够在宽范围内选择台阶部的深度,能够提高设计的自由度。

[0029] 根据上述(5)的方案,通过倾斜状的第一分离面及第二分离面形成台阶部。因而,通过第一分离面及第二分离面将台阶部形成为截面V字状,从而能够减小转子的外周面的表面积。由此,能够将作用于被引导到转子的外周面的冷却介质的表面张力抑制得较小。因此,能够抑制被引导到转子的外周面的冷却介质在表面张力的作用下向间隔进入的情况,能够使冷却介质指向与间隔的方向相反的方向。

[0030] 即,能够在不使转子的外周部向轴向外侧隆起的情况下抑制冷却介质向气隙的进入。

[0031] 根据上述(6)的方案,通过使台阶部呈圆弧状延伸,由此使转子的外周面开口。因而,能够减小转子的外周面的表面积。由此,能够将作用于被引导到转子的外周面的冷却介质的表面张力抑制得较小。因此,能够抑制被引导到转子的外周面的冷却介质在表面张力的作用下向间隔进入的情况,能够使冷却介质指向与间隔的方向相反的方向。

[0032] 即,能够在不使转子的外周部向轴向外侧隆起的情况下抑制冷却介质向气隙的进入。

[0033] 根据上述(7)的方案,在端面板上形成台阶部。因而,例如在将端面板组装于转子的前工序中,能够在端面板上形成台阶部。由此,能够容易在端面板上形成台阶部。

[0034] 根据上述(8)的方案,通过将端面板的外周面配置于比间隔靠径向的外侧的位置,由此能够可靠地抑制到达外周面后的冷却介质向间隔进入。

附图说明

[0035] 图1是表示第一实施方式的旋转电机的简要结构的剖视图。

[0036] 图2是第一实施方式的旋转电机的局部剖视图。

[0037] 图3是表示第一实施方式的旋转电机的第一台阶部与气隙的关系的剖视图。

[0038] 图4是表示第二实施方式的旋转电机的主要部分的剖视图。

[0039] 图5是表示第三实施方式的旋转电机的主要部分的剖视图。

[0040] 图6是表示第四实施方式的旋转电机的主要部分的剖视图。

[0041] 图7是表示第五实施方式的旋转电机的主要部分的剖视图。

[0042] 图8是表示第六实施方式的旋转电机的主要部分的剖视图。

[0043] 图9是表示第七实施方式的旋转电机的主要部分的剖视图。

[0044] 图10是说明在第一端面板上加工第一实施方式的第一台阶部的工序的简要图。

- [0045] 图11是说明在第一端面板上加工第一实施方式的第一台阶部的工序的简要图。
- [0046] 图12是说明在第一端面板上加工第三实施方式的第一台阶部的工序的简要图。
- [0047] 图13是说明在第一端面板上加工第三实施方式的第一台阶部的工序的简要图。
- [0048] 图14是表示比较例的旋转电机的主要部分的剖视图。
- [0049] 符号说明：
- [0050] 1、100、110、120、130、140、150、160…旋转电机；3…定子；4…转子；10…冷却介质；11…定子铁心；12…线圈；32…转子铁心；33…永久磁铁(磁铁)；33a…磁铁端面(端面)；34、101、111、121、131、141、151、161…第一端面板(端面板)；34b…外侧面(端部表面)；34c、101a、111a、121a、131a、141a、151a、161a…外周面；35…第二端面板(端面板)；35b…外侧面(端部表面)；35c…外周面；37…气隙(间隔)；38、112、122、132、142、152、162…第一台阶部(台阶部)；39…第二台阶部(台阶部)；113…分离面；114…底面；123…第一分离面；124…第二分离面；125…底面；125…底部；133…第一分离面；134…第二分离面；135…底面；143…第一分离面；144…第二分离面。

具体实施方式

[0051] 以下,基于附图对本发明的实施方式进行说明。需要说明的是,有时对以下说明的各实施方式中对应的结构标注同一符号并省略说明。

[0052] (第一实施方式)

[0053] 图1是表示第一实施方式的旋转电机1的简要结构的剖视图。

[0054] 图1所示的旋转电机1例如是搭载于混合动力机动车、电动机动车等车辆的行驶用马达。但是,本发明的结构不限于行驶用马达,也可以适用于发电用马达、其他用途的马达、车辆用以外的旋转电机(包括发电机)。

[0055] 旋转电机1具备壳体2、定子3、转子4以及冷却介质供给部5(参照图2)。在以下的说明中,有时将沿着后述的轴31的轴线C的方向简称为轴向,将与轴线C正交的方向称为径向,并将绕轴线C的方向称为周向。

[0056] 壳体2收容定子3及转子4。在壳体2内收容有冷却介质10(参照图3)。上述的定子3在壳体2内以一部分浸渍于冷却介质10的状态配置。需要说明的是,作为冷却介质10,能够适当地使用作为在变速器的润滑、动力传递等中使用的工作油的ATF(Automatic Transmission Fluid)等。

[0057] 图2是旋转电机1的局部剖视图。

[0058] 如图2所示,定子3具备定子铁心11和装配于定子铁心11的线圈12。

[0059] 定子铁心11为与轴线C同轴地配置的筒状。定子铁心11例如固定于壳体2(参照图1)的内周面。定子铁心11具有朝向轴向的第一轴向端面(定子3的轴向的端面)11a及第二轴向端面(定子3的轴向的端面)11b。

[0060] 定子铁心11通过将电磁钢板沿轴向层叠而构成。需要说明的是,定子铁心11也可以是所谓的压粉铁心。

[0061] 线圈12装配于定子铁心11。线圈12具备在周向上相互具有 120° 的相位差而配置的U相线圈、V相线圈及W相线圈。线圈12具有穿过定子铁心11的插槽(未图示)的插通部12a和从定子铁心11沿轴向突出的线圈端部12b、12c。通过使电流在线圈12中流动,从而在定子铁

心11产生磁场。

[0062] 转子4相对于定子3在径向的内侧隔开间隔37而配置。转子4构成为与定子3对置且能够绕轴线C旋转。转子4具备轴31、转子铁心32、永久磁铁33、以及端面板(第一端面板34及第二端面板35)。以下,将定子3与转子4之间的间隔37称为“气隙37”。

[0063] 轴31经由轴承(第一轴承41及第二轴承42)以能够绕轴线C旋转的方式支承于壳体2。

[0064] 转子铁心32形成为与轴线C同轴地配置的筒状。在转子铁心32的内侧压入固定有轴31。需要说明的是,转子铁心32既可以与定子铁心11同样地通过将电磁钢板沿轴向层叠而构成,也可以是压粉铁心。

[0065] 转子铁心32具有朝向轴向的第一轴向端面(轴向的端面)32a及第二轴向端面(轴向的端面)32b。

[0066] 转子铁心32的第一轴向端面32a和定子铁心11的第一轴向端面11a以在轴线C的轴向上成为同一面的方式使位置一致。另外,转子铁心32的第二轴向端面32b和定子铁心11的第二轴向端面11b以在轴线C的轴向上成为同一面的方式使位置一致。但是,第一轴向端面11a、32a彼此的轴向的位置、以及第二轴向端面11b、32b彼此的轴向的位置也可以互不相同。

[0067] 在此,在定子铁心11与转子铁心32之间形成有气隙37。因而,气隙37中的轴向的第一侧端部以在轴向上与转子铁心32的第一轴向端面32a成为同一面的方式使位置一致。另外,气隙37中的轴向的第二侧端部以在轴向上与转子铁心32的第二轴向端面32b成为同一面的方式使位置一致。

[0068] 在转子铁心32的外周部分形成有将转子铁心32沿轴向贯通的磁铁保持孔36。磁铁保持孔36在周向上隔开间隔而形成有多个。在各磁铁保持孔36中插入有永久磁铁33。需要说明的是,在转子铁心32的内周部分形成有将转子铁心32沿轴向贯通的贯通孔40。贯通孔40在周向及径向上隔开间隔而形成有多个。

[0069] 第一端面板34以内侧面34a在轴向上与转子铁心32的第一轴向端面32a接触的状态设置。第一端面板34在压入固定于轴31的状态下从轴向的第一侧覆盖转子铁心32中的至少磁铁保持孔36。

[0070] 在该状态下,第一端面板34的外侧面34b配置于第一轴向端面32a的相反侧。第一端面板34的外侧面34b形成转子4的轴向的第一端部表面,且形成为与轴向正交的平坦面。

[0071] 另外,第一端面板34的外周面34c以在径向上与转子铁心32的外周面32c成为同一面的方式使位置一致。在第一端面板34的外周面34c上形成有第一台阶部(台阶部)38。第一台阶部38配置于在轴向上与气隙37分离的位置。第一台阶部38沿外周面34c形成为环状,且形成为截面L字状的凹部。

[0072] 第二端面板35以内侧面35a在轴向上与转子铁心32的第二轴向端面32b接触的状态设置。第二端面板35在压入固定于轴31的状态下从轴向的第二侧覆盖转子铁心32中的至少磁铁保持孔36。

[0073] 在该状态下,第二端面板35的外侧面35b配置于第二轴向端面32b的相反侧。第二端面板35的外侧面35b形成转子4的轴向的第二端部表面,且形成为与轴向正交的平坦面。

[0074] 另外,第二端面板35的外周面35c以在径向上与转子铁心32的外周面32c成为同一

面的方式使位置一致。在第二端面板35的外周面35c上形成有第二台阶部(台阶部)39。第二台阶部39配置于在轴向上与气隙37分离的位置。第二台阶部39沿外周面35c形成为环状,且形成为截面L字状的凹部。

[0075] 这样,第一台阶部38形成于第一端面板34,第二台阶部39形成于第二端面板35。因而,例如在将第一台阶部38、第二台阶部39组装于转子铁心32的前工序中,能够在第一端面板34上形成第一台阶部38,在第二端面板35上形成第二台阶部39。由此,能够容易在第一端面板34上形成第一台阶部38,且容易在第二端面板35上形成第二台阶部39。

[0076] 需要说明的是,转子4也可以是不具有端面板34、35的结构。在该情况下,在转子4的外周面上,在轴向的第一侧端部上形成第一台阶部38,在第二侧端部上形成第二台阶部39。

[0077] 冷却介质供给部5将通过冷却介质泵的驱动而送出的冷却介质10向定子3、转子4等供给。需要说明的是,冷却介质泵既可以是与轴31的旋转连动而驱动的所谓的机械泵,也可以是相对于轴31的旋转独立地驱动的所谓的电动泵。

[0078] 冷却介质供给部5具备轴流路51、第一端面板流路52以及第二端面板流路53。

[0079] 轴流路51具备轴心流路61和喷出口62。

[0080] 轴心流路61在轴31内的与轴线C同轴的位置沿轴向延伸。从冷却介质泵送出的冷却介质10沿轴向在轴心流路61内流通。

[0081] 喷出口62在轴31中形成于在轴向上与第一端面板34同等的位置。喷出口62在轴31中沿径向延伸。喷出口62中的径向的内侧端部与轴心流路61内连通。喷出口62中的径向的外侧端部在轴31的外周面上开口。在轴心流路61内流动的冷却介质10流入喷出口62内。

[0082] 第一端面板流路52通过与转子4的旋转相伴的离心力使从喷出口62流入的冷却介质10从径向的内侧朝向外侧流通。具体而言,第一端面板流路52具备转子入口流路71和定子供给路72。

[0083] 转子入口流路71在第一端面板34中沿径向延伸。转子入口流路71中的径向的内侧端部与上述的喷出口62内连通。即,在喷出口62流动的冷却介质10流入转子入口流路71内。转子入口流路71中的径向的外侧端部在第一端面板34的外周部分形成终端。

[0084] 转子入口流路71在第一端面板34的内侧面34a上开口。转子入口流路71与上述的贯通孔40内连通。在转子入口流路71内流动的冷却介质10在朝向径向的外侧流通的过程中可能会流入贯通孔40内。

[0085] 即,贯通孔40还作为冷却转子铁心32的冷却通路而发挥功能。

[0086] 定子供给路72与转子入口流路71的下游端部(径向的外侧端部)连接。定子供给路72在第一端面板34内沿轴向贯通。即,上述的转子入口流路71通过定子供给路72与转子4的外部连通。

[0087] 第二端面板流路53例如通过与转子4的旋转相伴的离心力将在转子4的内部流动的冷却介质10从转子4排出。第二端面板流路53具有汇合流路81和定子供给路82。

[0088] 汇合流路81在第二端面板35中沿径向延伸。汇合流路81在第二端面板35的内侧面35a上开口。汇合流路81与上述的磁铁保持孔36、贯通孔40连通。

[0089] 定子供给路82与汇合流路81中的径向的外侧端部连通。定子供给路82将第二端面板35沿轴向贯通。即,上述的汇合流路81通过定子供给路82与转子4的外部连通。需要说明

的是,第一端面流路52、第二端面流路53也可以在周向上形成有多个。

[0090] 在此,在第一端面34的外周面34c上如上述那样形成有第一台阶部38。另外,在第二端面35的外周面35c上如上述那样形成有第二台阶部39。第一台阶部38及第二台阶部39在轴向上对称地形成。因此,以下对第一台阶部38进行详细说明而省略第二台阶部39的详细说明。

[0091] 图3是表示旋转电机1的第一台阶部38与气隙37的关系的剖视图。

[0092] 如图3所示,第一台阶部38具有沿径向延伸的分离面44和沿轴向延伸的底面45。分离面44形成于在轴向上相对于转子铁心32的第一轴向端面32a隔开规定间隔L1而分离的位置。分离面44沿着第一轴向端面32a从底面45延伸到第一端面34的外周面34c。需要说明的是,分离面44是指法线方向具有轴向及径向中的至少一个方向的分量(成分)且朝向气隙37,并且在径向上与第一端面34的外周面34c相比更从气隙37分离的面。在本实施方式中,分离面44的法线方向与轴向平行地延伸。

[0093] 底面45与分离面44中的径向内端相连。底面45形成于在径向上相对于第一端面34的外周面34c隔开规定间隔H1而分离的位置。底面45沿着轴向从分离面44的径向内端延伸到第一端面34的内侧面34a。

[0094] 通过在第一端面34的外周面34c上形成第一台阶部38,由此在第一台阶部38与第一轴向端面32a之间形成有槽部46。槽部46形成为截面U字状的凹部,由此在第一端面34的外周面34c形成有开口部46a。槽部46设定为槽深度H1及槽宽度L1。

[0095] 这样,在第一端面34的外周面34c上形成第一台阶部38,由此能够容易在外周面34c上形成第一台阶部38(即,开口部46a)。

[0096] 由此,能够以简单的结构减小第一端面34的外周面34c的表面积。

[0097] [作用]

[0098] 接着,基于图2~图4来说明通过冷却介质10冷却上述的旋转电机1的作用。

[0099] 如图2所示,向轴流路51的轴心流路61引导冷却介质10(参照图3)。被引导到轴心流路61的冷却介质10通过冷却介质的作用和与转子4的旋转相伴的离心力,主要沿着轴心流路61的内周面从轴向的第二侧朝向第一侧流动。

[0100] 被引导到轴心流路61的冷却介质10的一部分向喷出口62内流入。流入到喷出口62内的冷却介质10在喷出口62中朝向径向的外侧流动后,向第一端面流路52的转子入口流路71内流入。需要说明的是,在第一端面流路52中,通过与转子4的旋转相伴的离心力而使冷却介质10从径向的内侧朝向外侧流动。

[0101] 流入到转子入口流路71内的冷却介质10中的一部分冷却介质10在转子入口流路71内向径向的外侧流动的过程中,向定子供给路72内流入。流入到定子供给路72内的冷却介质10通过定子供给路72向转子4的外部喷出。从定子供给路72喷出后的冷却介质10通过离心力向径向的外侧飞散,向相对于定子铁心11位于轴向的第一侧的线圈端部12b供给。由此,线圈端部12b被冷却。

[0102] 通过图3详细说明通过离心力使冷却介质10向径向的外侧飞散的作用。

[0103] 另一方面,流入到转子入口流路71内的冷却介质10中的一部分冷却介质10在转子入口流路71内向径向的外侧流动的过程中,向贯通孔40内流入。流入到贯通孔40内的冷却介质10在贯通孔40内朝向轴向的第二侧流动。由此,转子4被冷却。通过贯通孔40后的冷却

介质10向汇合流路81内流入。流入到汇合流路81内的冷却介质10在汇合流路81内朝向径向的外侧流动后,通过定子供给路82向转子4的外部排出。需要说明的是,从定子供给路82排出后的冷却介质10通过离心力向径向的外侧飞散,向相对于定子铁心11位于轴向的第二侧的线圈端部12c供给。由此,线圈端部12c被冷却。

[0104] 接着,基于图3详细说明通过离心力使冷却介质10向径向的外侧飞散的作用。

[0105] 如图3所示,从转子入口流路71流入到定子供给路72后的冷却介质10通过定子供给路72向第一端面板34的外部(转子4的外部)喷出。

[0106] 喷出到转子4的外部的冷却介质10经过第一端面板34的外侧面34b及外周缘34d被向外周面34c引导。

[0107] 在此,在本实施方式中,在转子4的外周面(第一端面板34的外周面34c)中,在相对于气隙37位于轴向的外侧的部分形成有第一台阶部38。因而,在第一台阶部38与外周缘34d的轴向之间,能够减小外周面34c的表面积。由此,能够减少冷却介质10被向第一端面板34的外周面34c引导的冷却介质量。因此,能够将作用于被引导到外周面34c的冷却介质10的表面张力 γ 抑制得较小。

[0108] 具体而言,在被引导到外周面34c的冷却介质10上作用有由转子4的旋转产生的离心力 F_c 、冷却介质10的表面张力 γ 。通过(1)式来表示离心力 F_c 、表面张力 γ 的界限式(平衡的瞬间)。

[0109] $F_c \pm Mg = 2\pi R \times \gamma \times \cos\theta \dots\dots (1)$

[0110] 其中,

[0111] γ :被引导到第一端面板34的外周面34c的冷却介质10的表面张力

[0112] F_c :通过转子4的旋转产生的离心力

[0113] θ :被引导到端面板34的外周面34c的冷却介质10的接触角

[0114] M :被引导到第一端面板34的外周面34c的冷却介质10的质量

[0115] g :重力加速度

[0116] R :第一端面板34的外周面34c的半径。

[0117] 在(1)式的左项的 \pm 中,+时是冷却介质10朝下喷出时,-时是冷却介质10朝上喷出时。冷却介质10朝下喷出时早到达表面张力 γ 的界限。

[0118] 根据(1)式可知,通过将引导到外周面34c的冷却介质10的表面张力 γ 抑制得较小,由此能够抑制因表面张力 γ 而使冷却介质10向气隙37进入的情况。

[0119] 即,通过在第一端面板34的外周面34c上形成第一台阶部38,由此能够在不使第一端面板34在轴向上向远离气隙37的外侧隆起的情况下抑制冷却介质10向气隙37的进入。

[0120] 另外,能够通过离心力 F_c 使抑制了向气隙37进入的冷却介质10指向与转子铁心32(气隙37)的方向相反的方向(向该相反方向飞散)。飞散后的冷却介质10向相对于定子铁心11位于轴向的第一侧的线圈端部12b(参照图2)供给。由此线圈端部12b被冷却。

[0121] 尤其是通过在端面板34、35的外周面34c、35c上形成台阶部38、39,由此能够在不使端面板34、35的外侧面34b、35b向轴向侧隆起的情况下抑制冷却介质10向气隙37的进入。其结果是,能够抑制旋转电机1的轴向上的大型化,能够在不对转子4的旋转效率产生影响的情况下抑制冷却介质10向气隙37的进入。

[0122] 在此,通过第一台阶部38及第一轴向端面32a形成的槽部46被设定为槽深度 H_1 、槽

宽度L1。在槽深度H1较浅的情况下,认为冷却介质10积存于槽部46,在冷却介质10上产生越过槽部46的开口部46a而向转子铁心32传递的表面张力。因而,认为被引导到外周面34c的冷却介质10会跨过开口部46a而被引导到转子铁心32的外周面32c并向气隙37进入。因此,优选槽部46的槽深度H1形成为能够抑制因冷却介质10的表面张力而使冷却介质10越过开口部46a的情况的深度。

[0123] 即,优选以成为下面的(2)式成立的冷却介质10的质量M的方式设定冷却介质10的密度与体积的关系。

$$[0124] \quad F_c + M_g > 2\pi R \times \gamma \times \cos\theta \cdots \cdots (2)$$

[0125] 而且,在槽宽度L1过小的情况下,认为在冷却介质10上产生越过槽部46的开口部46a而向转子铁心32传递的表面张力。因而,认为被引导到外周面34c的冷却介质10会跨过开口部46a而被引导到转子铁心32的外周面32c并向气隙37进入。因此,优选槽部46的槽宽度L1形成为能够抑制冷却介质10越过开口部46a的宽度。

[0126] 图14是表示比较例的旋转电机100的主要部分的剖视图。在图14中,对与第一实施方式的旋转电机1相同或类似的结构标注相同的符号并省略详细的说明。

[0127] 比较例的旋转电机100在第一端面101的外周面101a上未形成第一实施方式的第一台阶部38。因而,第一端面101的外周面101a的表面积比第一实施方式的外周面34c的表面积大。因此,与向第一实施方式的外周面34c引导的冷却介质10相比,向第一端面101的外周面101a引导的冷却介质10被引导的冷却介质质量增加。

[0128] 在此,第一端面101的外周面101a的浸润性与第一实施方式的第一端面34的外周面34c的浸润性相同。因而,被引导到第一端面101的外周面101a的冷却介质10的表面张力 γ 的接触角 θ 与被引导到第一实施方式的第一端面34的外周面34c的冷却介质10的接触角 θ 相同。

[0129] 另外,与向第一实施方式的外周面34c引导的冷却介质质量相比,向第一端面101的外周面101a引导的冷却介质质量增加。这样,冷却介质10的接触角 θ 与实施方式的接触角 θ 相同,向第一端面101的外周面101a引导的冷却介质质量增加,由此冷却介质10被引导到接近气隙37的位置。由此,认为冷却介质10会向气隙37进入。

[0130] 需要说明的是,在上述实施方式中,对台阶部38、39形成为环状的结构进行了说明,但并非仅限于该结构,也可以在周向上间歇地形成。

[0131] 在上述实施方式中,对冷却介质10在通过轴流路61后附着于外周面34c、35c的情况进行了说明,但并非仅限于该结构。即,也可以是冷却介质从转子4的外部附着于端面34、35(外周面34c、35c)的情况。

[0132] (第二实施方式)

[0133] 图4是表示第二实施方式的旋转电机110的主要部分的剖视图。

[0134] 旋转电机110在第一端面111的外周面111a上形成有第一台阶部(台阶部)112,其他的结构与第一实施方式的旋转电机1同样。

[0135] 第一台阶部112具有分离面113和底面114。第一台阶部112与第一实施方式的第一台阶部38同样,通过分离面113及底面114形成为截面L字状的凹部。

[0136] 底面114在径向上配置于永久磁铁33的朝向轴向的第一侧的磁铁端面(端面)33a的中途的位置。在该状态下,第一端面111的内侧面111b与磁铁端面33a中的径向上的内侧

部位33b接触。因而,能够通过第一端面111的内侧面111b将永久磁铁33保持在转子铁心32的内部。

[0137] 通过第一台阶部112及第一轴向端面32a形成槽部116。槽部116形成为截面U字状的凹部,由此在第一端面111的外周面111a形成有开口部116a。

[0138] 根据第二实施方式的第一台阶部112,与第一实施方式的第一台阶部38同样,能够在不使第一端面111在轴向上向远离气隙37的外侧隆起的情况下抑制冷却介质10向气隙37的进入。

[0139] 另外,通过将第一台阶部112的底面114配置于磁铁端面33a的中途的位置,能够在宽范围内选择第一台阶部112的深度,能够提高设计的自由度。

[0140] (第三实施方式)

[0141] 图5是表示第三实施方式的旋转电机120的主要部分的剖视图。

[0142] 旋转电机120在第一端面121的外周面121a上形成有第一台阶部(台阶部)122,其他的结构与第一实施方式的旋转电机1同样。

[0143] 第一台阶部122在第一端面121的外周面121a上沿着外周面121a形成为环状。第一台阶部122具有第一分离面123、第二分离面124以及底面125。

[0144] 第一分离面123在气隙37的轴向的外侧沿径向延伸。第二分离面124在比第一分离面123靠轴向的内侧(气隙37侧)的位置沿径向延伸。底部125沿轴向延伸,将第一分离面123的径向的内侧端部及第二分离面124的径向的内侧端部彼此连结。

[0145] 第一台阶部122通过第一分离面123、第二分离面124及底面125形成为截面U字状的凹部(槽部)。

[0146] 根据第三实施方式的第一台阶部122,与第一实施方式的第一台阶部38同样,能够减小第一端面121的外周面121a的表面积。由此,能够将作用于被引导到第一端面121的外周面121a的冷却介质10的表面张力抑制得较小。因此,能够在不使第一端面121的外周面121a向轴向外侧隆起的情况下抑制冷却介质10向气隙37的进入。

[0147] (第四实施方式)

[0148] 图6是表示第四实施方式的旋转电机130的主要部分的剖视图。

[0149] 旋转电机130在第一端面131的外周面131a上形成有第一台阶部(台阶部)132,其他的结构与第三实施方式的旋转电机120同样。

[0150] 第一台阶部132具有第一分离面133、第二分离面134以及底面135。第一台阶部132与第三实施方式的第一台阶部122同样,通过第一分离面133、第二分离面134及底面135形成截面U字状的凹部(槽部)。

[0151] 底面135在径向上配置于永久磁铁33的朝向轴向的第一侧的磁铁端面33a的中途的位置。在该状态下,第一端面131的内侧面131b与磁铁端面33a接触。因而,能够通过第一端面131的内侧面131b将永久磁铁33保持在转子铁心32的内部。

[0152] 根据第四实施方式的第一台阶部132,与第三实施方式的第一台阶部122同样,能够在不使第一端面131在轴向上向远离气隙37的外侧隆起的情况下抑制冷却介质10向气隙37的进入。

[0153] 另外,通过将第一台阶部132的底面135配置于磁铁端面33a的中途的位置,能够在宽范围内选择第一台阶部132的深度,能够提高设计的自由度。

[0154] (第五实施方式)

[0155] 图7是表示第五实施方式的旋转电机140的主要部分的剖视图。

[0156] 旋转电机140在第一端面141的外周面141a上形成有第一台阶部(台阶部)142, 其他的结构与第一实施方式的旋转电机1同样。

[0157] 第一台阶部142在第一端面141的外周面141a上沿着外周面141a形成为环状。第一台阶部142具有第一分离面143和第二分离面144。

[0158] 第一分离面143随着从第一端面141的外周面141a朝向径向的内侧而向轴向的内侧(即,气隙37侧)呈倾斜状延伸。第二分离面144随着从第一分离面143的径向的内侧端部朝向径向的外侧而向轴向的内侧(即,气隙37侧)呈倾斜状延伸到外周面141a。

[0159] 即,第一台阶部142通过第一分离面143及第二分离面144形成为截面V字状的凹部(槽部)。

[0160] 根据第五实施方式的第一台阶部142,与第一实施方式的第一台阶部38同样,能够减小第一端面141的外周面141a的表面积。由此,能够将作用于被引导到第一端面141的外周面141a的冷却介质10的表面张力抑制得较小。因此,能够在不使第一端面141的外周面141a向轴向外侧隆起的情况下抑制冷却介质10向气隙37的进入。

[0161] (第六实施方式)

[0162] 图8是表示第六实施方式的旋转电机150的主要部分的剖视图。

[0163] 旋转电机150在第一端面151的外周面151a上形成有第一台阶部(台阶部)152, 其他的结构与第一实施方式的旋转电机1同样。

[0164] 第一台阶部152在第一端面151的外周面151a上沿着外周面151a形成为环状。第一台阶部152通过圆弧状的分离面形成。

[0165] 具体而言,第一台阶部(分离面)152形成为从第一端面151的外周面151a向径向的内侧凹陷的圆弧状。即,第一台阶部152形成为截面圆弧状的凹部(槽部)。

[0166] 根据第六实施方式的第一台阶部152,与第一实施方式的第一台阶部38同样,能够减小第一端面151的外周面151a的表面积。由此,能够将作用于被引导到第一端面151的外周面151a的冷却介质10的表面张力抑制得较小。因此,能够在不使第一端面151的外周面151a向轴向外侧隆起的情况下抑制冷却介质10向气隙37的进入。

[0167] (第七实施方式)

[0168] 图9是表示第七实施方式的旋转电机160的主要部分的剖视图。

[0169] 旋转电机160在第一端面161的外周面161a上形成有第一台阶部(台阶部)162, 其他的结构与第一实施方式的旋转电机1同样。在本实施方式中,第一端面161的外周面161a位于比转子铁心32的外周面32c靠径向的外侧的位置。具体而言,外周面161a位于在从轴向观察时与定子铁心11重合且比线圈12靠径向的内侧的位置。

[0170] 根据第七实施方式的第一台阶部162,通过减小外周面161a的表面积,能够将作用于被引导到第一端面161的外侧面161b的冷却介质10的表面张力抑制得较小。由此,能够在不使第一端面161的外周面161a向轴向外侧隆起的情况下抑制冷却介质10向气隙37的进入。

[0171] 并且,通过将第一端面161的外周面161a配置于比气隙37靠径向的外侧的位置,由此能够可靠地抑制到达外周面161a后的冷却介质10向气隙37进入。

[0172] 接着,基于图10~图13来说明对第一实施方式~第七实施方式中的作为代表例的第一实施方式的第一台阶部38、第三实施方式的第一台阶部122进行加工的例子。

[0173] 图10是说明在第一端面34上加工第一实施方式的第一台阶部38的工序的简要图。

[0174] 如图10所示,将第一端面34固定于工作台170,使切削工具171旋转。

[0175] 如图11所示,通过切削工具171将第一台阶部38沿着第一端面34的外周面34c铣削加工成环状。

[0176] 这样,在将第一台阶部38组装于转子铁心32(参照图2)的前工序中,通过在第一端面34上加工第一台阶部38,由此能够容易在第一端面34上形成第一台阶部38。

[0177] 图12是说明在第一端面121上加工第三实施方式的第一台阶部122的工序的简要图。

[0178] 如图12所示,将第一端面121固定于工作台180,使切削工具181旋转。

[0179] 如图13所示,利用切削工具181将第一台阶部122沿着第一端面121的外周面121a形成环状。

[0180] 这样,在将第一台阶部122组装于转子铁心32(参照图2)的前工序中,通过在第一端面121上加工第一台阶部122,由此能够容易在第一端面121上形成第一台阶部122。

[0181] 此外,在不脱离本发明的主旨的范围内能够适当将上述的实施方式中的构成要素替换为周知的构成要素,另外,也可以适当组合上述的变形例。

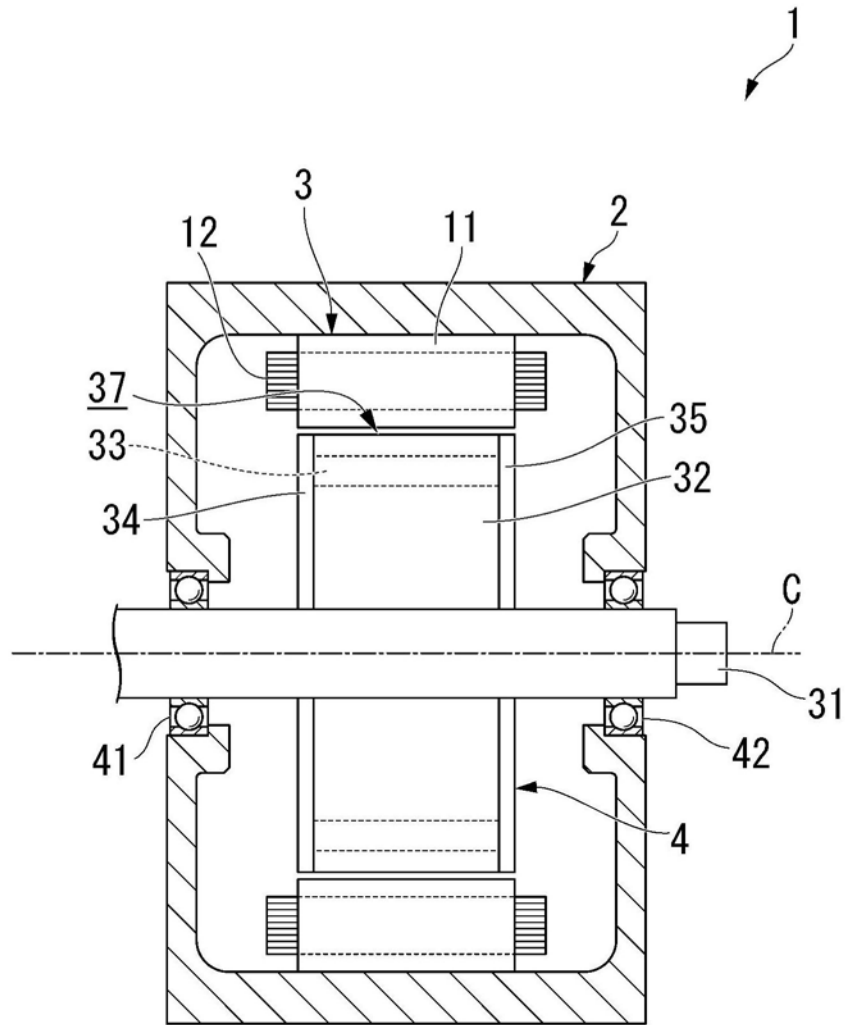


图1

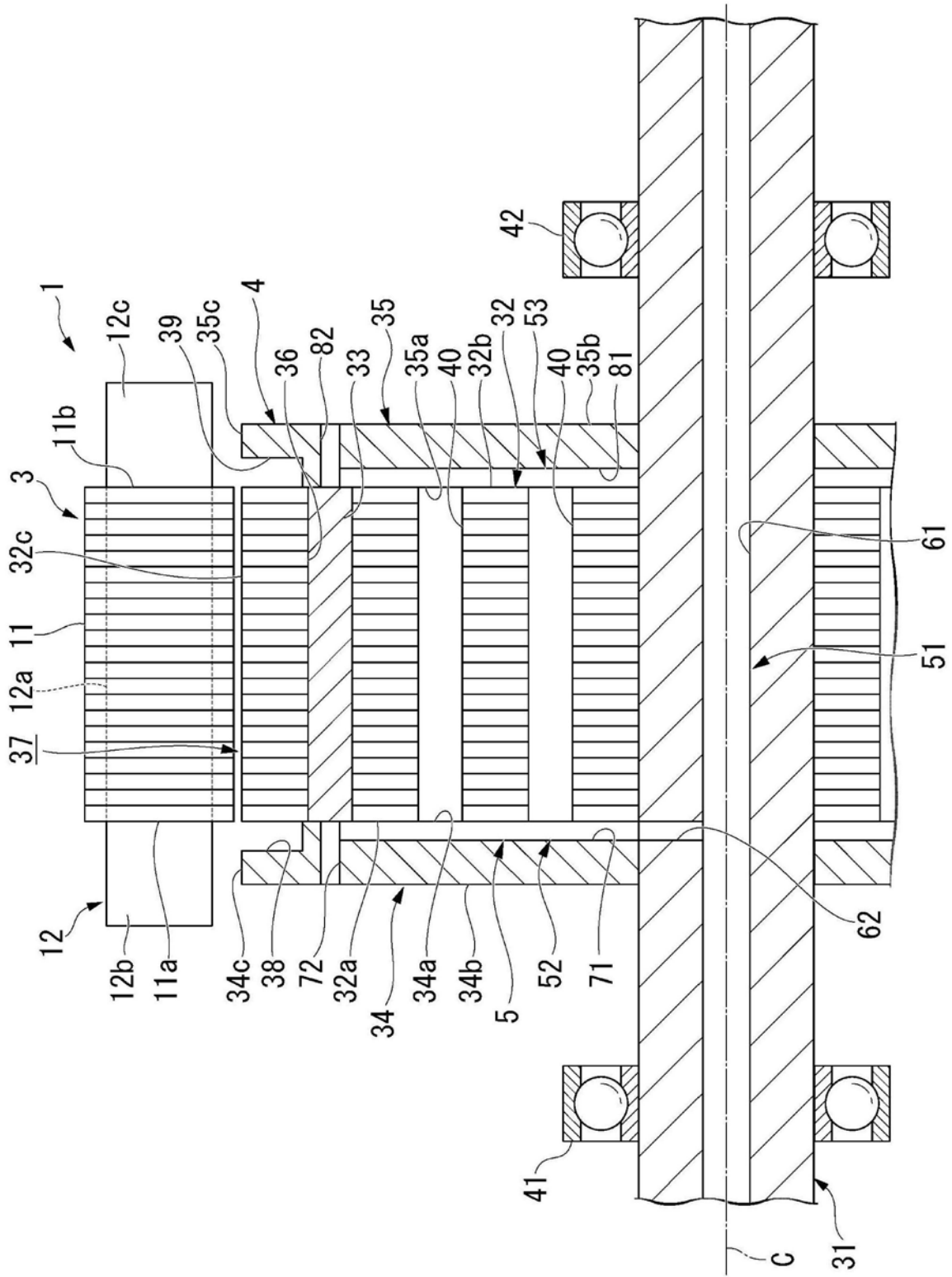


图2

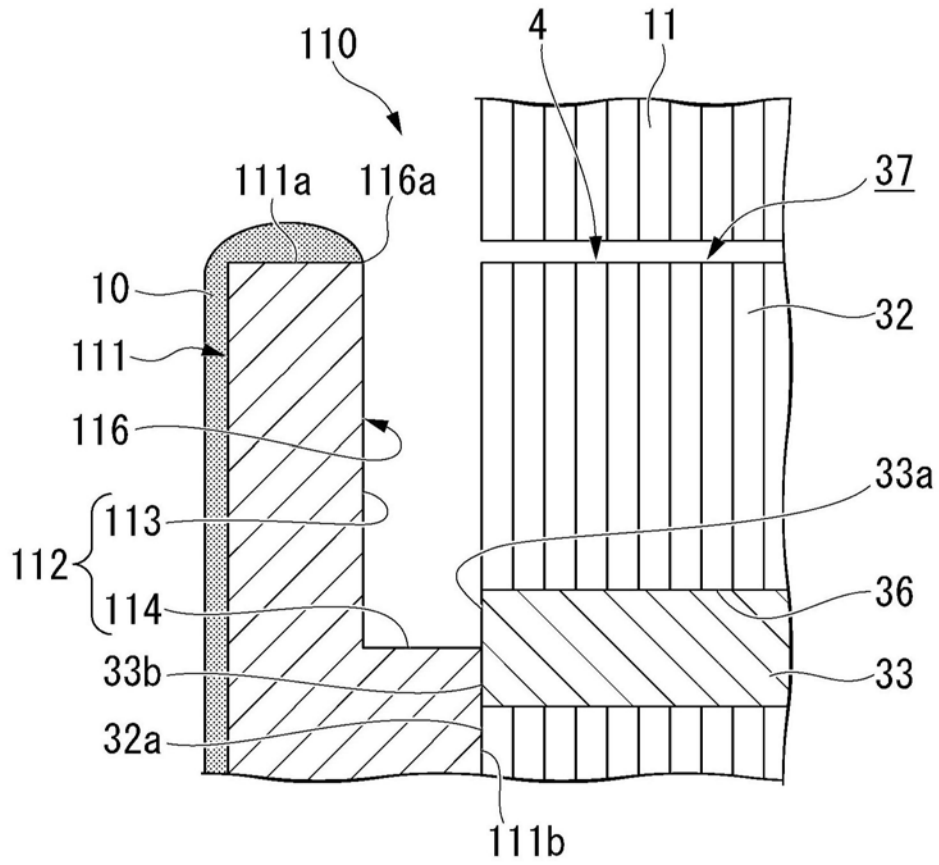


图4

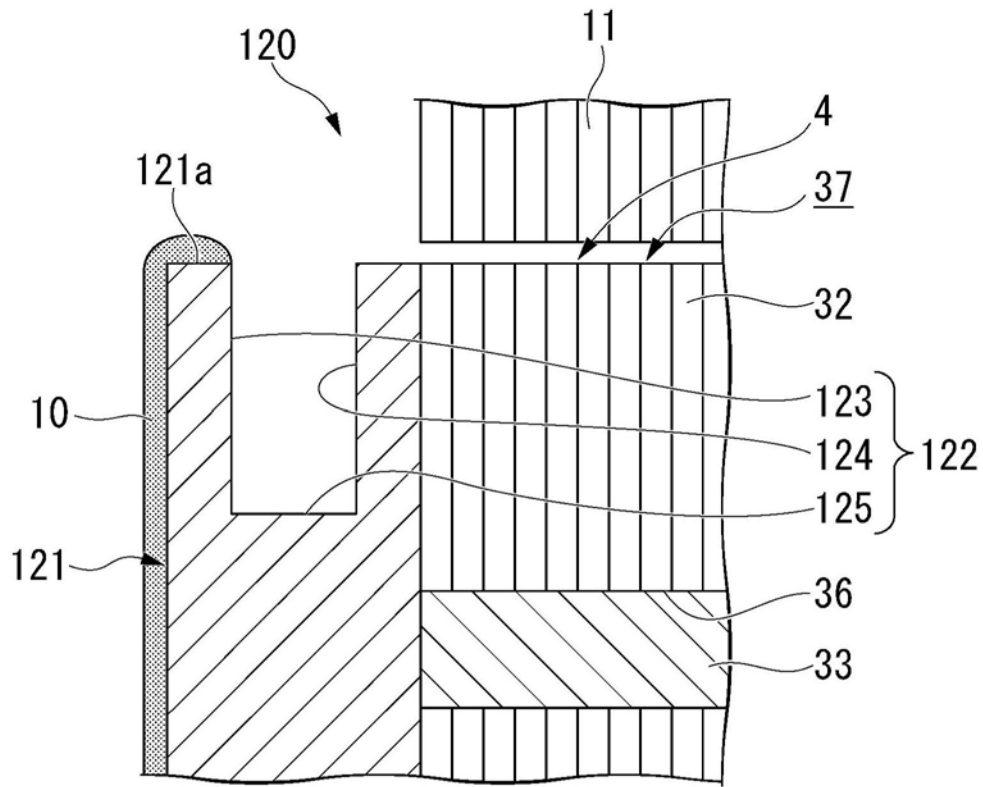


图5

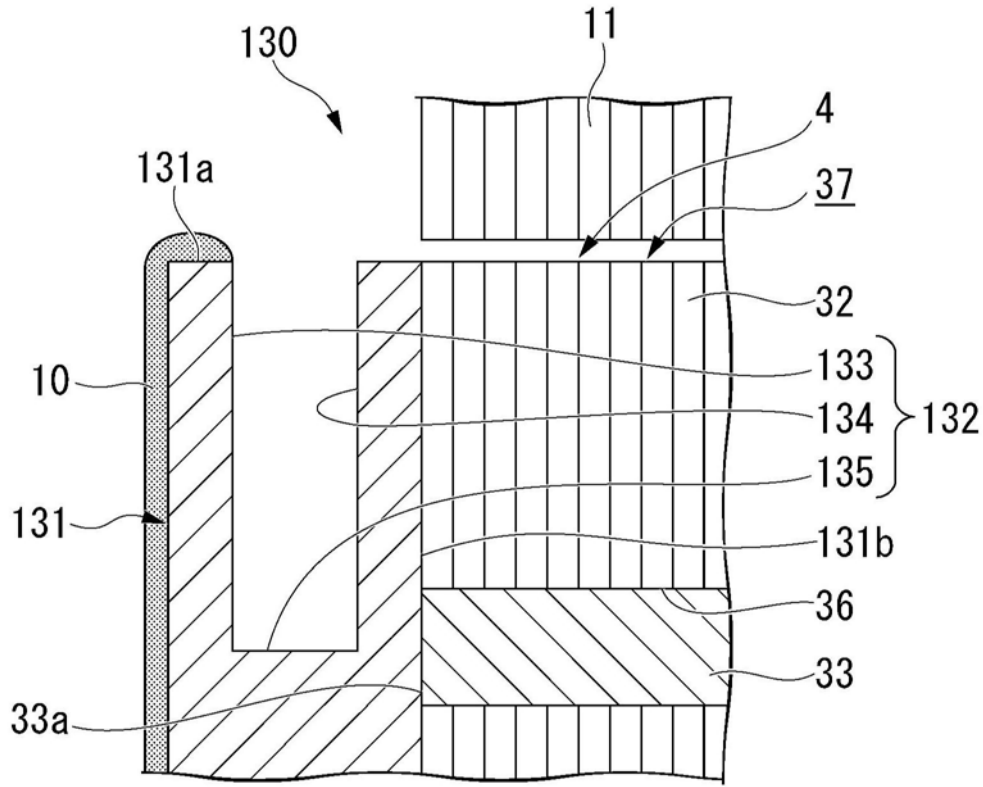


图6

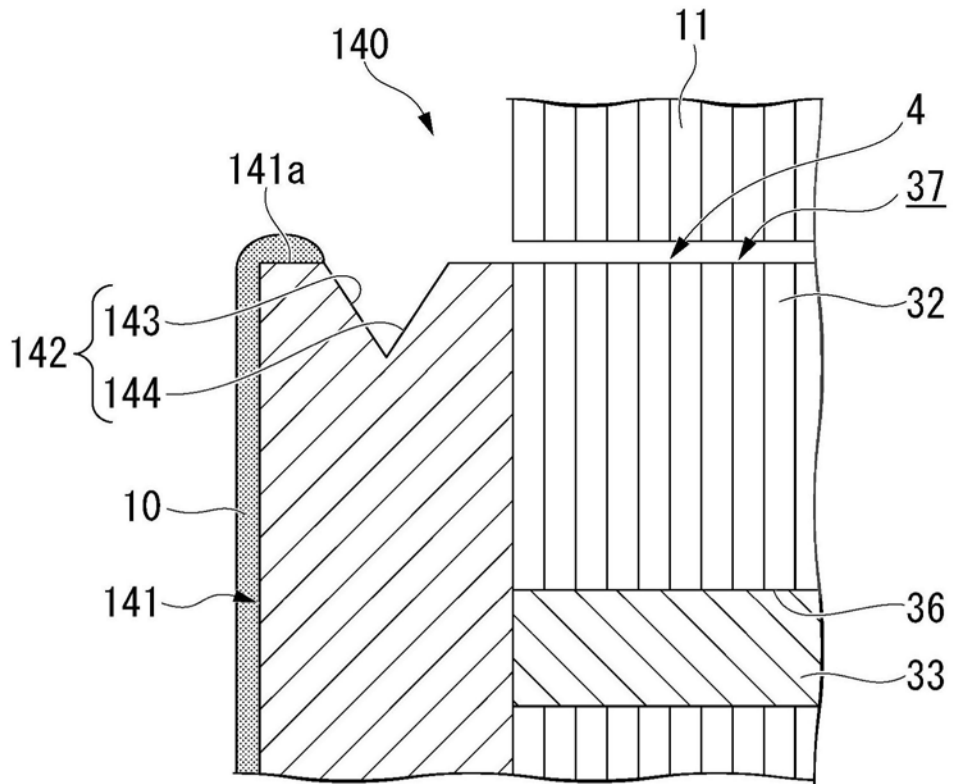


图7

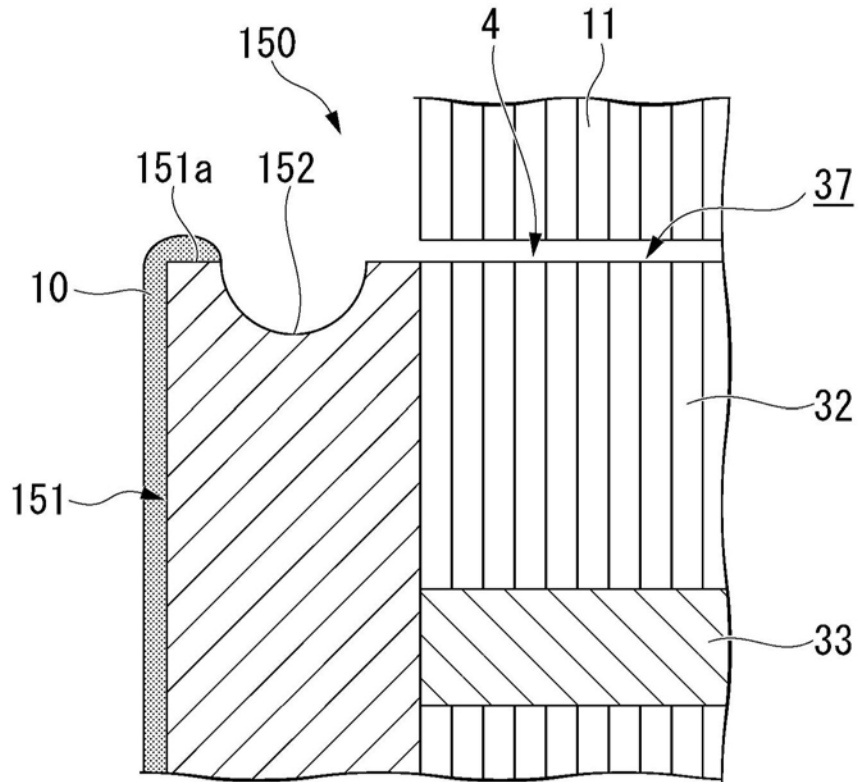


图8

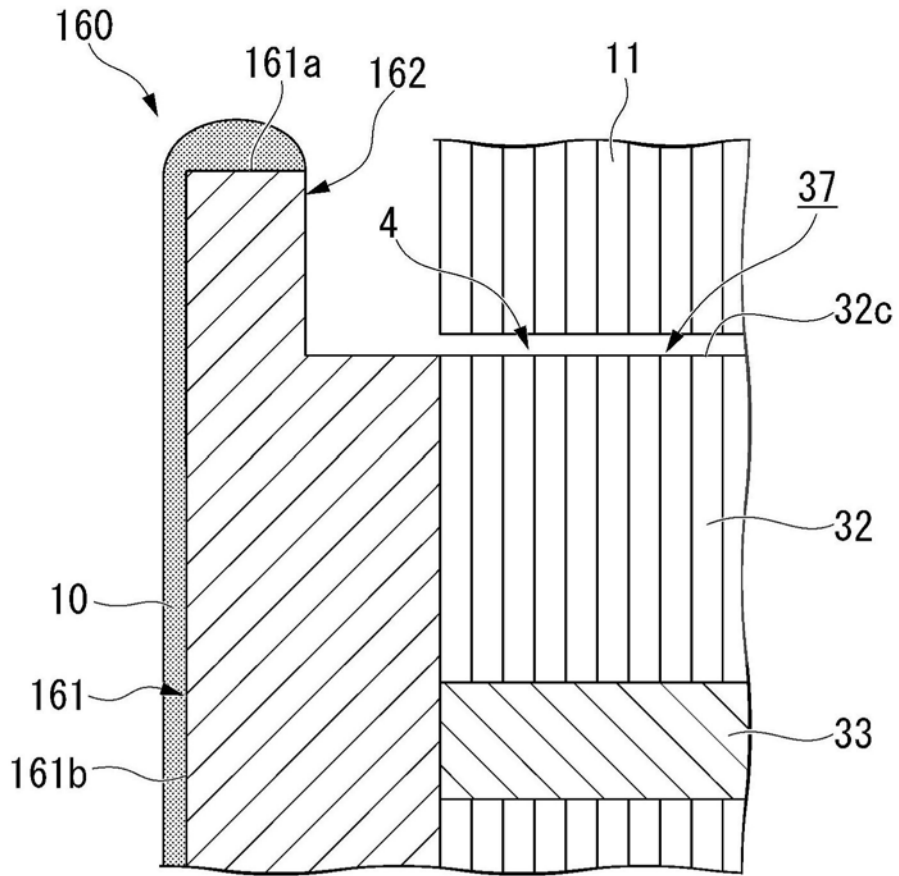


图9

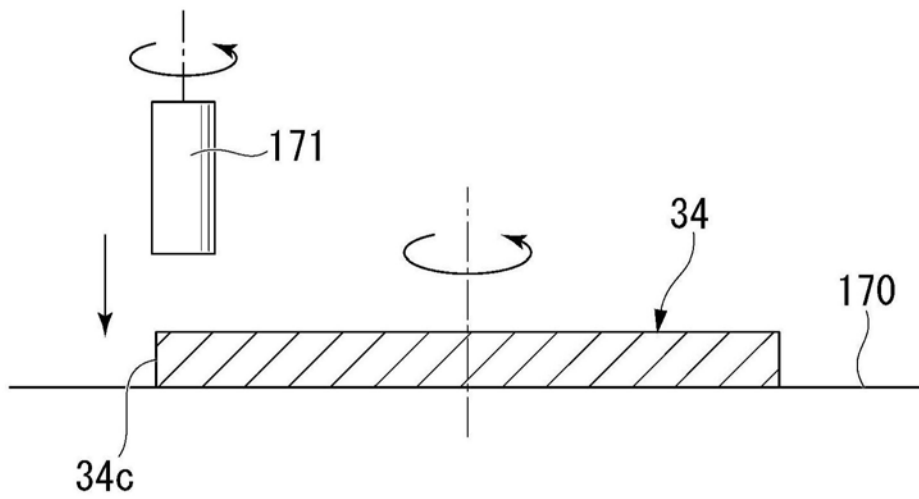


图10

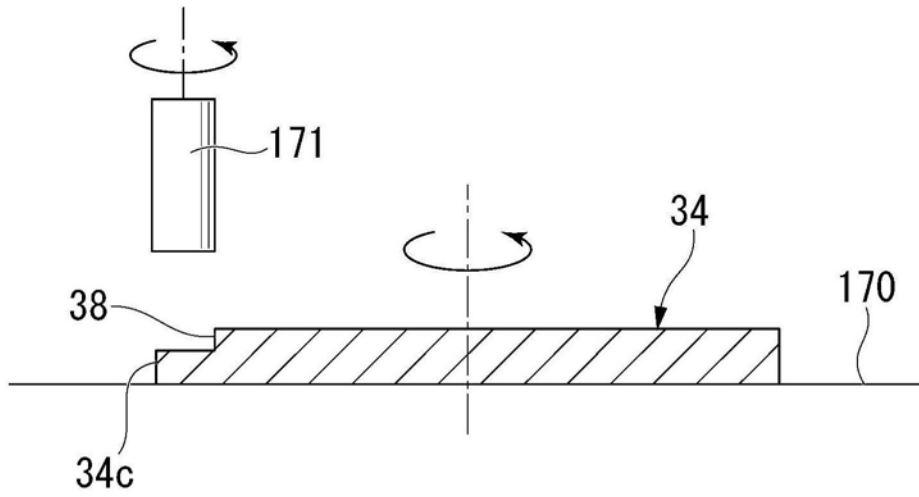


图11

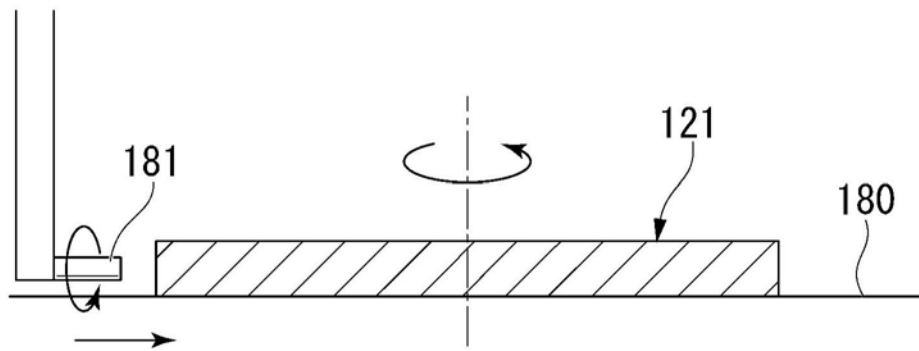


图12

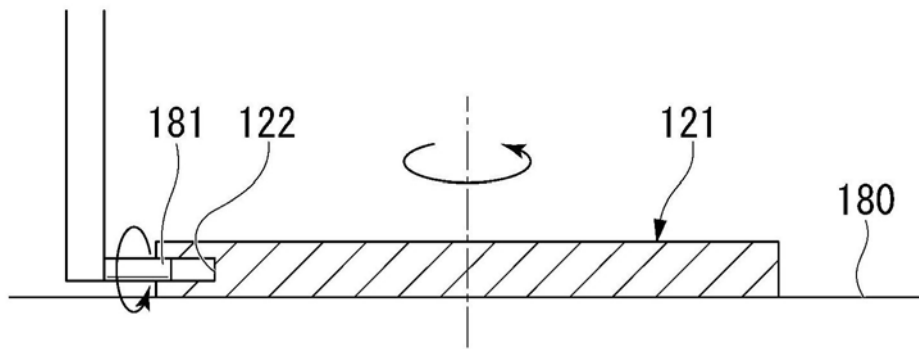


图13

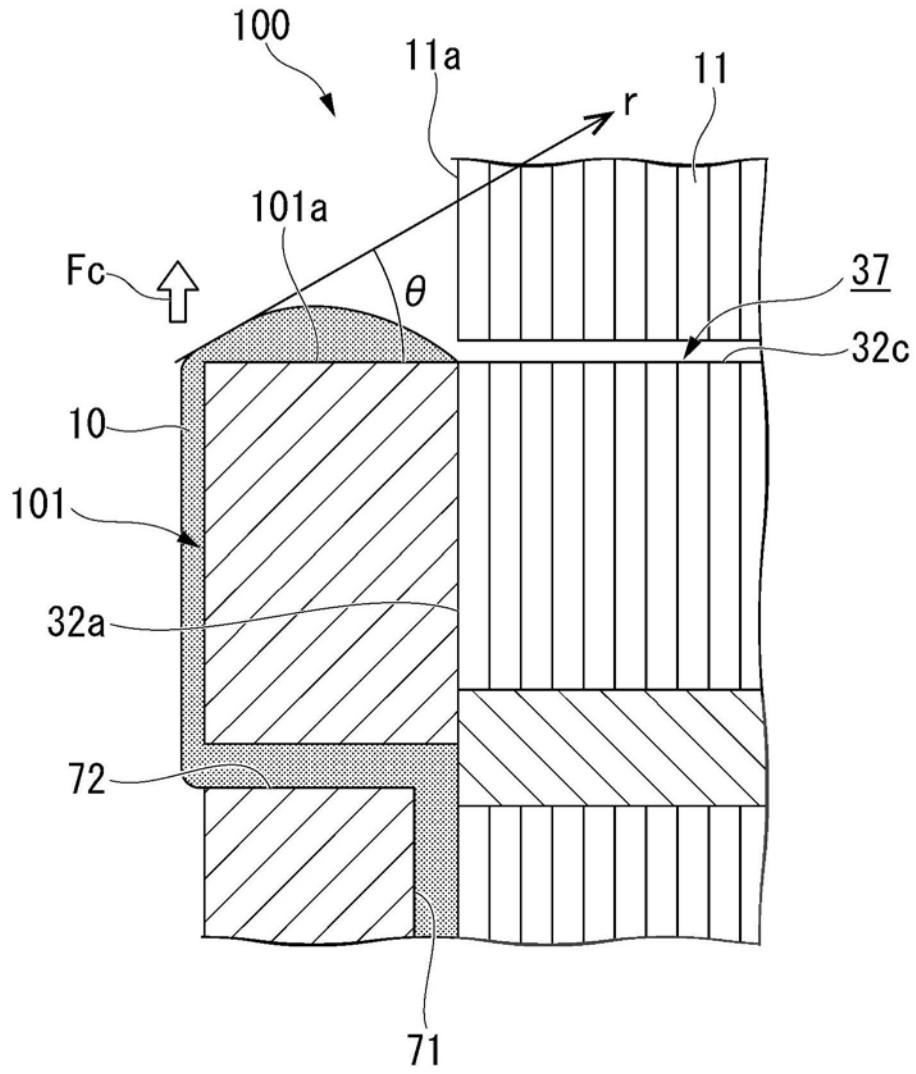


图14