



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112112972 A

(43) 申请公布日 2020. 12. 22

(21) 申请号 202011198038.6

(22) 申请日 2020.10.30

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园

(72) 发明人 李德才 陈思宇 李艳文

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事

务所(普通合伙) 11201

代理人 刘虎

(51) Int. Cl.

F16J 15/43 (2006.01)

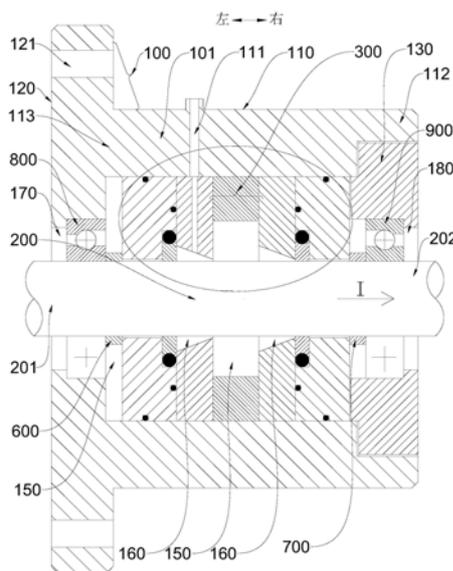
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

磁性液体往复密封装置

(57) 摘要

本发明公开了一种磁性液体往复密封装置,所述磁性液体往复密封装置包括壳体、往复轴、加电装置和磁性密封件,所述壳体具有密封腔,所述密封腔内填充有磁性液体,所述往复轴穿设在所述壳体上,所述加电装置与所述往复轴相连,所述加电装置用于向所述往复轴通入轴向电流以产生在所述往复轴的径向上由内向外减弱的磁场,所述磁性密封件位于所述密封腔内,所述磁性密封件套设在所述往复轴上,所述磁性密封件的内周面与所述往复轴的外周面之间具有密封间隙,所述磁性液体适于在磁作用下被吸附在所述密封间隙内。本发明的磁性液体往复密封装置利用磁场向密封间隙内补充磁性液体,能够提高密封效果和使用寿命。



CN 112112972 A

1. 一种磁性液体往复密封装置,其特征在于,包括:

壳体,所述壳体包括外周壁和由所述外周壁围成的空腔,所述空腔包括密封腔,所述密封腔内填充有磁性液体;

往复轴,所述往复轴沿其轴向穿设在所述壳体上,所述往复轴相对于所述壳体沿所述往复轴的轴向可移动,且所述往复轴的至少部分位于所述空腔内,所述往复轴的轴向与所述外周壁的长度方向大体平行;

加电装置,所述加电装置与所述往复轴相连,所述加电装置用于向所述往复轴通入轴向电流以产生在所述往复轴的径向上由内向外减弱的磁场;

磁性密封件,所述磁性密封件位于所述密封腔内,所述磁性密封件包括永磁体、第一极靴和第二极靴,所述永磁体、所述第一极靴和所述第二极靴均套设在所述往复轴上,所述第一极靴和所述第二极靴沿所述往复轴的轴向间隔布置,所述永磁体连接在所述第一极靴和所述第二极靴之间,所述第一极靴的外周面和所述第二极靴的外周面均与所述外周壁的内周面相接触,所述第一极靴与所述往复轴之间以及所述第二极靴和所述往复轴之间具有密封间隙,所述磁性液体适于在磁作用力下被吸附在所述密封间隙内。

2. 根据权利要求1所述的磁性液体往复密封装置,其特征在于,所述永磁体、所述第一极靴和所述第二极靴均为圆环形,所述第一极靴的内径在靠近所述第二极靴的方向上逐渐减小,所述第二极靴的内径在远离所述第一极靴的方向上逐渐减小。

3. 根据权利要求2所述的磁性液体往复密封装置,其特征在于,所述永磁体与所述往复轴之间具有间隙,所述永磁体的外周面与所述外周壁的内周面相接触,所述第一极靴的内径和所述第二极靴的内径均小于所述永磁体的内径。

4. 根据权利要求1所述的磁性液体往复密封装置,其特征在于,还包括第一隔磁环和第二隔磁环,所述第一隔磁环和所述第二隔磁环设在所述密封腔内且沿所述往复轴的轴向间隔布置,所述第一隔磁环和所述第二隔磁环与所述往复轴之间具有间隙,所述第一隔磁环的外周面和所述第二隔磁环的外周面与所述外周壁的内周面相接触,所述第一隔磁环的邻近所述第二隔磁环的端面与所述第一极靴相接触,所述第二隔磁环的邻近所述第一隔磁环的端面与所述第二极靴相接触。

5. 根据权利要求4所述的磁性液体往复密封装置,其特征在于,还包括第一滑环密封件和第二滑环密封件,所述第一隔磁环的内周面设有第一环形槽,所述第二隔磁环的内周面设有第二环形槽,所述第一滑环密封件配合在所述第一环形槽内,所述第二滑环密封件配合在所述第二环形槽内,所述第一滑环密封件的内周面和所述第二滑环密封件的内周面均与所述往复轴的外周面相接触。

6. 根据权利要求5所述的磁性液体往复密封装置,其特征在于,所述第一滑环密封件包括第一C形滑环和第一密封圈,所述第二滑环密封件包括第二C形滑环和第二密封圈;

所述第一密封圈位于所述第一C形滑环的外周面和所述第一环形槽的底壁面之间,所述第一C形滑环的内周面与所述往复轴的外周面相接触,

所述第二密封圈位于所述第二C形滑环的外周面和所述第二环形槽的底壁面之间,所述第二C形滑环的内周面与所述往复轴的外周面相接触。

7. 根据权利要求6所述的磁性液体往复密封装置,其特征在于,所述第一环形槽的邻近所述第二极靴的一侧贯通所述第一隔磁环的邻近所述第二极靴的侧面,且所述第一C形滑

环的邻近所述第二极靴的一侧与所述第一极靴的远离所述第二极靴的侧面相接触,所述第一密封圈与所述第一极靴的远离所述第二极靴的侧面相接触;

所述第二环形槽的邻近所述第一极靴的一侧贯通所述第二隔磁环的邻近所述第一极靴的侧面,且所述第二C形滑环的邻近所述第一极靴的一侧与所述第二极靴的远离所述第一极靴的侧面相接触,所述第二密封圈与所述第二极靴的远离所述第一极靴的侧面相接触。

8. 根据权利要求4所述的磁性液体往复密封装置,其特征在于,还包括第三密封圈和第四密封圈,所述第一隔磁环的外周面具有第一环形凹槽,所述第二隔磁环的外周面具有第二环形凹槽;

所述第三密封圈配合在所述第一环形凹槽内,且所述第一密封圈与所述外周壁的内周面相接触,

所述第四密封圈配合在所述第二环形凹槽内,且所述第二密封圈与所述外周壁的内周面相接触。

9. 根据权利要求4所述的磁性液体往复密封装置,其特征在于,还包括第五密封圈和第六密封圈,所述第一隔磁环的邻近所述第二隔磁环的端面设有第三环形凹槽,所述第二隔磁环的邻近所述第一隔磁环的端面设有第四环形凹槽;

所述第五密封圈配合在所述第三环形凹槽内,且所述第五密封圈与所述第一极靴的远离所述第二极靴的侧面相接触,

所述第六密封圈配合在所述第四环形凹槽内,且所述第六密封圈与所述第二极靴的远离所述第一极靴的侧面相接触。

10. 根据权利要求1所述的磁性液体往复密封装置,其特征在于,所述外周壁具有第一通孔,所述第一通孔与所述密封腔连通。

11. 根据权利要求10所述的磁性液体往复密封装置,其特征在于,所述第一极靴和/或所述第二极靴具有第二通孔,所述第二通孔的一端与所述第一通孔连通,所述第二通孔的另一端与所述密封间隙连通。

12. 根据权利要求4所述的磁性液体往复密封装置,其特征在于,还包括第一轴承和第二轴承,所述第一轴承和所述第二轴承均套设在所述往复轴上,所述磁性密封件、所述第一隔磁环和所述第二隔磁环均位于所述第一轴承和所述第二轴承之间,所述密封腔形成在所述第一轴承、所述往复轴、所述外周壁和所述第二轴承之间。

13. 根据权利要求12所述的磁性液体往复密封装置,其特征在于,还包括第一套环和第二套环,所述第一套环和所述第二套环均套设在所述往复轴上,所述第一套环位于所述第一轴承和所述第一隔磁环之间,所述第二套环位于所述第二轴承和所述第二隔磁环之间。

14. 根据权利要求2-13中任一项所述的磁性液体往复密封装置,其特征在于,所述永磁体与所述第一极靴之间以及所述永磁体与所述第二极靴之间粘接或通过销轴连接。

15. 根据权利要求2-13中任一项所述的磁性液体往复密封装置,其特征在于,所述壳体包括筒形件和端盖,所述外周壁为所述筒形件的周壁,所述空腔形成在所述筒形件内,所述筒形件包括沿其长度方向相对布置的第一端和第二端,所述筒形件的第一端敞开设置以使所述空腔的第一端开口,所述端盖设在所述筒形件的第一端以封闭所述空腔的第一端。

磁性液体往复密封装置

技术领域

[0001] 本发明涉及密封技术领域,具体地,涉及一种磁性液体往复密封装置。

背景技术

[0002] 磁性液体密封技术具有零泄漏、无磨损、寿命长、维修方便等优点,目前已经广泛地应用于军工及民用行业的不同密封场合。

[0003] 但在磁性液体往复密封装置中,由于磁性液体和往复轴的粘连现象,往复轴在运动的过程中通常会将密封处的磁性液体带离,导致密封间隙内的磁性液体随着工作时间的延长而逐渐减少,进而影响磁性液体往复密封装置的密封性能和使用寿命。

发明内容

[0004] 为此,本发明的实施例提出一种磁性液体往复密封装置,该磁性液体往复密封装置利用磁场向密封间隙内补充磁性液体,能够提高密封效果和使用寿命。

[0005] 根据本发明实施例的磁性液体往复密封装置包括:壳体,所述壳体包括外周壁和由所述外周壁围成的空腔,所述空腔包括密封腔,所述密封腔内填充有磁性液体;往复轴,所述往复轴相对于所述壳体沿所述往复轴的轴向可移动,所述往复轴沿其轴向穿设在所述壳体上,且所述往复轴的至少部分位于所述空腔内,所述往复轴的轴向与所述外周壁的长度方向大体平行;加电装置,所述加电装置与所述往复轴相连,所述加电装置用于向所述往复轴通入轴向电流以产生在所述往复轴的径向上由内向外减弱的磁场;磁性密封件,所述磁性密封件位于所述密封腔内,所述磁性密封件包括永磁体、第一极靴和第二极靴,所述永磁体、所述第一极靴和所述第二极靴均套设在所述往复轴上,所述第一极靴和所述第二极靴沿所述往复轴的轴向间隔布置,所述永磁体连接在所述第一极靴和所述第二极靴之间,所述第一极靴的外周面和所述第二极靴的外周面均与所述外周壁的内周面相接触,所述第一极靴与所述往复轴之间以及所述第二极靴和所述往复轴之间具有密封间隙,所述磁性液体适于在磁作用下被吸附在所述密封间隙内。

[0006] 根据本发明实施例的磁性液体往复密封装置,通过加电装置向往复轴通入轴向电流,使往复轴产生环形的磁场,而且该磁场在往复轴的径向上由内向外减弱,往复轴的外周面的磁场最强,磁性液体在磁场中会趋向磁场更强处,进而磁性液体会贴附在往复轴的外周面,避免密封间隙内的磁性液体随着往复轴的运动向外流失,而且有助于密封间隙外的磁性液体随着往复轴补充到密封间隙内,从而能够提高密封效果和使用寿命。

[0007] 在一些实施例中,所述永磁体、所述第一极靴和所述第二极靴均为圆环形,所述第一极靴的内径在靠近所述第二极靴的方向上逐渐减小,所述第二极靴的内径在远离所述第一极靴的方向上逐渐减小。

[0008] 在一些实施例中,所述永磁体与所述往复轴之间具有间隙,所述永磁体的外周面与所述外周壁的内周面相接触,所述第一极靴的内径和所述第二极靴的内径均小于所述永磁体的内径。

[0009] 在一些实施例中,所述磁性液体往复密封装置还包括第一隔磁环和第二隔磁环,所述第一隔磁环和所述第二隔磁环设在所述密封腔内且沿所述往复轴的轴向间隔布置,所述第一隔磁环和所述第二隔磁环与所述往复轴之间具有间隙,所述第一隔磁环的外周面和所述第二隔磁环的外周面与所述外周壁的内周面相接触,所述第一隔磁环的邻近所述第二隔磁环的端面与所述第一极靴相接触,所述第二隔磁环的邻近所述第一隔磁环的端面与所述第二极靴相接触。

[0010] 在一些实施例中,所述磁性液体往复密封装置还包括第一滑环密封件和第二滑环密封件,所述第一隔磁环的内周面设有第一环形槽,所述第二隔磁环的内周面设有第二环形槽,所述第一滑环密封件配合在所述第一环形槽内,所述第二滑环密封件配合在所述第二环形槽内,所述第一滑环密封件的内周面和所述第二滑环密封件的内周面均与所述往复轴的外周面相接触。

[0011] 在一些实施例中,所述第一滑环密封件包括第一C形滑环和第一密封圈,所述第二滑环密封件包括第二C形滑环和第二密封圈;所述第一密封圈位于所述第一C形滑环的外周面和所述第一环形槽的底壁面之间,所述第一C形滑环的内周面与所述往复轴的外周面相接触,所述第二密封圈位于所述第二C形滑环的外周面和所述第二环形槽的底壁面之间,所述第二C形滑环的内周面与所述往复轴的外周面相接触。

[0012] 在一些实施例中,所述第一环形槽的邻近所述第二极靴的一侧贯通所述第一隔磁环的邻近所述第二极靴的侧面,且所述第一C形滑环的邻近所述第二极靴的一侧与所述第一极靴的远离所述第二极靴的侧面相接触,所述第一密封圈与所述第一极靴的远离所述第二极靴的侧面相接触;所述第二环形槽的邻近所述第一极靴的一侧贯通所述第二隔磁环的邻近所述第一极靴的侧面,且所述第二C形滑环的邻近所述第一极靴的一侧与所述第二极靴的远离所述第一极靴的侧面相接触,所述第二密封圈与所述第二极靴的远离所述第一极靴的侧面相接触。

[0013] 在一些实施例中,所述磁性液体往复密封装置还包括第三密封圈和第四密封圈,所述第一隔磁环的外周面具有第一环形凹槽,所述第二隔磁环的外周面具有第二环形凹槽;所述第三密封圈配合在所述第一环形凹槽内,且所述第一密封圈与所述外周壁的内周面相接触,所述第四密封圈配合在所述第二环形凹槽内,且所述第二密封圈与所述外周壁的内周面相接触。

[0014] 在一些实施例中,所述磁性液体往复密封装置还包括第五密封圈和第六密封圈,所述第一隔磁环的邻近所述第二隔磁环的端面设有第三环形凹槽,所述第二隔磁环的邻近所述第一隔磁环的端面设有第四环形凹槽;所述第五密封圈配合在所述第三环形凹槽内,且所述第五密封圈与所述第一极靴的远离所述第二极靴的侧面相接触,所述第六密封圈配合在所述第四环形凹槽内,且所述第六密封圈与所述第二极靴的远离所述第一极靴的侧面相接触。

[0015] 在一些实施例中,所述外周壁具有第一通孔,所述第一通孔与所述密封腔连通。

[0016] 在一些实施例中,所述第一极靴和/或所述第二极靴具有第二通孔,所述第二通孔的一端与所述第一通孔连通,所述第二通孔的另一端与所述密封间隙连通。

[0017] 在一些实施例中,所述磁性液体往复密封装置还包括第一轴承和第二轴承,所述第一轴承和所述第二轴承均套设在所述往复轴上,所述磁性密封件、所述第一隔磁环和所

述第二隔磁环均位于所述第一轴承和所述第二轴承之间,所述密封腔形成在所述第一轴承、所述往复轴、所述外周壁和所述第二轴承之间。

[0018] 在一些实施例中,所述磁性液体往复密封装置还包括第一套环和第二套环,所述第一套环和所述第二套环均套设在所述往复轴上,所述第一套环位于所述第一轴承和所述第一隔磁环之间,所述第二套环位于所述第二轴承和所述第二隔磁环之间。

[0019] 在一些实施例中,所述第一极靴的内径和所述第二极靴的内径均小于所述永磁体的内径。

[0020] 在一些实施例中,所述永磁体与所述第一极靴之间以及所述永磁体与所述第二极靴之间粘接或通过销轴连接。

[0021] 在一些实施例中,所述壳体包括筒形件和端盖,所述外周壁为所述筒形件的周壁,所述空腔形成在所述筒形件内,所述筒形件包括沿其长度方向相对布置的第一端和第二端,所述筒形件的第一端敞开设置以使所述空腔的第一端开口,所述端盖设在所述筒形件的第一端以封闭所述空腔的第一端。

附图说明

[0022] 图1是本发明实施例的磁性液体往复密封装置的示意图。

[0023] 图2是图1中的局部放大视图。

[0024] 图3是本发明实施例的磁性液体往复密封装置的壳体的示意图。

[0025] 附图标记:

[0026] 壳体100;筒形件110;第一通孔111;法兰120;连接孔121;端盖130;空腔140;密封腔150;密封间隙160;第三通孔170;第四通孔180;往复轴200;磁性密封件300;永磁体301;第一极靴302;第二通孔3021;第二极靴303;第一滑环密封件400;第一C形滑环401;第一密封圈402;第二滑环密封件500;第二C形滑环501;第二密封圈502;第一隔磁环410;第二隔磁环510;第三密封圈411;第四密封圈511;第五密封圈412;第六密封圈512;第一套环600;第二套环700;第一轴承800;第二轴承900。

具体实施方式

[0027] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0028] 如图1-图3所示,根据本发明实施例的磁性液体往复密封装置包括壳体100、往复轴200、加电装置(图中未示出)和磁性密封件300。

[0029] 如图1和图3所示,壳体100包括外周壁101和由外周壁101围成的空腔140,空腔140包括密封腔150,密封腔150内填充有磁性液体。

[0030] 如图1和图2所示,往复轴200沿其轴向穿设在壳体100上,往复轴200对于壳体100沿往复轴200的轴向(如图1所示的左右方向)可移动,且往复轴200的至少部分位于空腔140内,往复轴200的轴向与外周壁101的长度方向(如图1所示的左右方向)大体平行。

[0031] 如图1所示,加电装置与往复轴200相连,加电装置用于向往复轴200通入轴向电流以产生在往复轴200的径向上由内向外减弱的磁场。具体地,本发明实施例的磁性液体往复密封装置的加电装置通过两根导线连接到往复轴的第一端201和往复轴的第二端202。由此

加电装置能够向往复轴200通入轴向电流,从而能够产生在往复轴200的径向上由内向外减弱的磁场。

[0032] 如图1和图2所示,磁性密封件300位于密封腔150内,磁性密封件300套设在往复轴200上,磁性密封件300的外周面与外周壁101的内周面相接触,磁性密封件300的内周面与往复轴200的外周面之间具有密封间隙160,磁性液体适于在磁作用力下被吸附在密封间隙160内。

[0033] 进一步地,如图1和图2所示,往复轴200的材料为导磁材料,磁性密封件300和往复轴200之间形成磁回路,磁回路在密封间隙160内形成较强的磁场梯度,磁性液体在磁场梯度下受到磁场力的作用,磁性液体能够在磁作用力下被吸附在密封间隙160内。

[0034] 根据本发明实施例的磁性液体往复密封装置,通过加电装置向往复轴200通入轴向电流,使往复轴200产生环形的磁场。而且该环形的磁场在往复轴200的径向上由内向外减弱,在该环形的磁场中,往复轴200的外周面的磁场最强。磁性液体在磁场中会趋向磁场更强处,进而磁性液体会贴附在往复轴200的外周面。从而该磁性液体往复密封装置能够避免密封间隙160内的磁性液体随着往复轴200的运动向外流失,而且有助于密封间隙160外的磁性液体随着往复轴200补充到密封间隙160内,从而能够提高密封效果和使用寿命。

[0035] 进一步地,壳体100的材料为非导磁材料。由此,非导磁材料制成的壳体100能够避免磁路泄漏,使密封间隙160内的磁场梯度稳定。

[0036] 进一步地,如图1和图3所示,外周壁101具有第一通孔111,且第一通孔111与密封腔150连通。以便通过第一通孔111向密封腔150内注入磁性液体。

[0037] 进一步地,如图1和图3所示,壳体100包括筒形件110和端盖130,外周壁101为筒形件110的周壁,空腔140形成在筒形件110内,筒形件110包括沿其长度方向(如图1所示的左右方向)相对布置的第一端112和第二端113,例如筒形件的第一端112为筒形件的右端、筒形件的第二端113为筒形件的左端,筒形件的第一端112敞开设以使空腔的第一端141(例如空腔的右端)开口,端盖130设在筒形件的第一端112以封闭空腔的第一端141。

[0038] 进一步地,如图1和图3所示,筒形件的第二端113具有第三通孔170,端盖130具有第四通孔180,往复轴的第一端201从第三通孔170穿出壳体100,往复轴的第二端202从第四通孔180穿出壳体100。

[0039] 进一步地,如图1和图3所示,筒形件的第二端113具有法兰120,法兰120具有间隔布置的连接孔121,以便壳体100通过法兰120进行安装固定。

[0040] 在一些实施例中,如图1和图2所示,磁性密封件300包括第一极靴302、第二极靴303和永磁体301。

[0041] 如图1和图2所示,第一极靴302和第二极靴303均套设在往复轴200上,密封间隙160形成在第一极靴302与往复轴200之间以及第二极靴303和往复轴200之间。第一极靴302和第二极靴303沿往复轴200的轴向间隔布置,第一极靴302的外周面和第二极靴303的外周面均与外周壁101的内周面相接触。

[0042] 进一步地,如图1和图2所示,第一极靴302和/或第二极靴303具有第二通孔3021,第二通孔3021的一端与第一通孔111连通,第二通孔3021的另一端与密封间隙160连通。便于磁性液体直接注入到密封间隙160内,而且能够充分利用该密封装置的内部结构和空间,减小该密封装置的整体尺寸。

[0043] 如图1和图2所示,永磁体301套设在往复轴200上,且永磁体301与往复轴200之间具有间隙,永磁体301的外周面与外周壁101的内周面相接触,永磁体301连接在第一极靴302和第二极靴303之间。由此,永磁体301、第一极靴302、往复轴200和第二极靴303之间形成稳定的磁回路。

[0044] 在一些实施例中,永磁体301、第一极靴302和第二极靴303均为圆环形,第一极靴302的内径在靠近第二极靴303的方向上逐渐减小,第二极靴303的内径在远离第一极靴302的方向上逐渐减小。换言之,第一极靴302和第二极靴303的内周面均为圆锥面。也就是说,第一极靴302和第二极靴303处的密封间隙160在从左到右的方向上逐渐减小。由此磁性液体能够在密封间隙160最小处形成液体密封圈,进而能够在一定程度上阻碍磁性液体的流失。

[0045] 进一步地,第一极靴302的内径和第二极靴303的内径均小于永磁体301的内径,保证永磁体301完全通过第一极靴302和第二极靴303导磁,提高密封间隙160内的磁场梯度。

[0046] 进一步地,永磁体301与第一极靴302之间以及永磁体301与第二极靴303之间粘接或通过销轴连接。由此,避免永磁体301与第一极靴302之间以及永磁体301与第二极靴303之间相对转动。

[0047] 在一些实施例中,如图1所示,磁性液体往复密封装置还包括第一隔磁环410和第二隔磁环510。第一隔磁环410和第二隔磁环510设在密封腔150内且沿往复轴200的轴向间隔布置。第一隔磁环410和第二隔磁环510与往复轴200之间具有间隙,第一隔磁环410的外周面和第二隔磁环510的外周面与外周壁101的内周面相接触,第一隔磁环410的邻近第二隔磁环510的端面与第一极靴302相接触,第二隔磁环510的邻近第一隔磁环410的端面与第二极靴303相接触。

[0048] 第一隔磁环410和第二隔磁环510左右间隔布置,磁性密封件300位于第一隔磁环410和第二隔磁环510之间,第一隔磁环410将第一极靴302与其它部件隔开,第一隔磁环410将第二极靴303与其它部件隔开。由此本发明实施例的磁性液体往复密封装置能够避免永磁体301、第一极靴302、往复轴200和第二极靴303之间的磁回路泄漏,使密封间隙160内的磁场梯度稳定。

[0049] 在一些实施例中,如图1和图2所示,磁性液体往复密封装置还包括第一滑环密封件400和第二滑环密封件500。第一隔磁环410的内周面设有第一环形槽,第二隔磁环510的内周面设有第二环形槽,第一滑环密封件400配合在第一环形槽内,第二滑环密封件500配合在第二环形槽内。第一滑环密封件400的内周面和第二滑环密封件500的内周面均与往复轴200的外周面相接触。第一滑环密封件400和第二滑环密封件500能够阻碍磁性液体的泄漏。

[0050] 在一些实施例中,第一滑环密封件400包括第一C形滑环401和第一密封圈402。第二滑环密封件500包括第二C形滑环501和第二密封圈502。第一密封圈402位于第一C形滑环401的外周面和第一环形槽的底壁面之间,第一C形滑环401的内周面与往复轴200的外周面相接触。第二密封圈502位于第二C形滑环501的外周面和第二环形槽的底壁面之间,第二C形滑环501的内周面与往复轴200的外周面相接触。由此,第一密封圈402的弹性力能够使第一C形滑环401的内周面抵靠在往复轴200的外周面,第二密封圈502的弹性力能够使第二C形滑环501的内周面抵靠在往复轴200的外周面。从而能够避免磁性液体从第一隔磁环410

和第二隔磁环510与往复轴200的外周面之间的间隙泄漏。

[0051] 进一步地,第一环形槽的邻近第二极靴303的一侧贯通第一隔磁环410的邻近第二极靴303的侧面。第一C形滑环401的邻近第二极靴303的一侧与第一极靴302的远离第二极靴303的侧面相接触,第一密封圈402与第一极靴302的远离第二极靴303的侧面相接触。第二环形槽的邻近第一极靴302的一侧贯通第二隔磁环510的邻近第一极靴302的侧面。且第二C形滑环501的邻近第一极靴302的一侧与第二极靴303的远离第一极靴302的侧面相接触,第二密封圈502与第二极靴303的远离第一极靴302的侧面相接触。由此,第一滑环密封件400还能对第一隔磁环410与第一极靴302的接触面进行密封,第二滑环密封件500还能对第二隔磁环510与第二极靴303的接触面进行密封,避免磁性液体流失。

[0052] 在一些实施例中,磁性液体往复密封装置还包括第三密封圈411和第四密封圈511。第一隔磁环410的外周面具有第一环形凹槽,第二隔磁环510的外周面具有第二环形凹槽。第三密封圈411配合在第一环形凹槽内,第一密封圈402与外周壁101的内周面相接触。第四密封圈511配合在第二环形凹槽内,第二密封圈502与外周壁101的内周面相接触。由此,第三密封圈411能够对第一隔磁环410与外周壁101的接触面进行密封,第四密封圈511能够对第二隔磁环510与外周壁101的接触面进行密封,避免磁性液体流失。

[0053] 进一步地,磁性液体往复密封装置还包括第五密封圈412和第六密封圈512。第一隔磁环410的邻近第二隔磁环510的端面设有第三环形凹槽,第二隔磁环510的邻近第一隔磁环410的端面设有第四环形凹槽。第五密封圈412配合在第三环形凹槽内,且第五密封圈412与第一极靴302的远离第二极靴303的侧面相接触。第六密封圈512配合在第四环形凹槽内,且第六密封圈512与第二极靴303的远离第一极靴302的侧面相接触。由此,第五密封圈412也能够对第一隔磁环410与第一极靴302的接触面进行密封,第六密封圈512也能够对第二隔磁环510与第二极靴303的接触面进行密封,避免磁性液体流失。

[0054] 在一些实施例中,如图1所示,磁性液体往复密封装置还包括第一轴承800和第二轴承900。第一轴承800和第二轴承900均套设在往复轴上,第一轴承800的外周面与第三通孔170的内壁面相接触,第二轴承900的外周面与第四通孔180的内壁面相接触。由此,本发明实施例的磁性液体往复密封装置通过第一轴承800和第二轴承900将往复轴200可滑动地穿设在壳体100上。

[0055] 如图1所示,磁性密封件300、第一隔磁环410和第二隔磁环510均位于第一轴承800和第二轴承900之间,密封腔150形成在第一轴承800、往复轴、外周壁101和第二轴承900之间。也就是说,第一轴承800、往复轴、外周壁101和第二轴承900围成的空腔140为密封腔150,磁性密封件300、第一隔磁环410和第二隔磁环510均位于密封腔150内。

[0056] 在一些实施例中,如图1所示,磁性液体往复密封装置还包括第一套环600和第二套环700,第一套环600和第二套环700均套设在往复轴上,第一套环600位于第一轴承800和第一隔磁环410之间,第二套环700位于第二轴承900和第二隔磁环510之间。具体地,第一套环600和第二套环700的材料也均为非导磁材料。第一套环600能够为第一轴承800提供定位作用,第二套环700能够为第二轴承900提供定位作用。

[0057] 下面参考附图描述根据本发明的一个具体示例性的磁性液体往复密封装置。

[0058] 如图1-图3所示,根据本发明实施例的磁性液体往复密封装置包括壳体100、往复轴200、加电装置、磁性密封件300、第一隔磁环410、第二隔磁环510、第一滑环密封件400、第

二滑环密封件500、第三密封圈411、第四密封圈511、第五密封圈412、第六密封圈512、第一套环600、第二套环700、第一轴承800和第二轴承900。

[0059] 壳体100包括外周壁101和由外周壁101围成的空腔140,空腔140包括密封腔150,密封腔150内填充有磁性液体。往复轴200沿左右方向穿设在壳体100上,往复轴相200对于壳体100沿往复轴200的轴向(如图1所示的左右方向)可移动,且往复轴200的至少部分位于空腔140内。加电装置与往复轴200相连,加电装置用于向往复轴200通入轴向电流以产生在往复轴200的径向上由内向外减弱的磁场。

[0060] 磁性密封件300位于密封腔150内,磁性密封件300套设在往复轴200上,磁性密封件300的外周面与外周壁101的内周面相接触,磁性密封件300的内周面与往复轴的外周面之间具有密封间隙160,磁性液体适于在磁作用力下被吸附在密封间隙160内。

[0061] 往复轴200的材料为导磁材料,壳体100的材料为非导磁材料,磁性密封件300和往复轴200之间形成磁回路,磁回路在密封间隙160内形成较强的磁场梯度,磁性液体在磁场梯度下受到磁场力的作用,磁性液体能够在磁作用力下被吸附在密封间隙160内。

[0062] 壳体100包括筒形件110和端盖130,外周壁101为筒形件110的周壁,空腔140形成在筒形件110内,筒形件110的右端敞开设以使空腔140的右端开口,端盖130设在筒形件110的右端以封闭空腔140的右端,外周壁101具有第一通孔111,且第一通孔111与密封腔150连通。

[0063] 筒形件110的左端具有第三通孔170,端盖130具有第四通孔180,往复轴200的左端从第三通孔170穿出壳体100,往复轴200的右端从第四通孔180穿出壳体100,筒形件110的右端具有法兰120,法兰120具有间隔布置的连接孔121,以便壳体100通过法兰120进行安装固定。

[0064] 磁性密封件300包括第一极靴302、第二极靴303和永磁体301。第一极靴302和第二极靴303均套设在往复轴200上,密封间隙160形成在第一极靴302与往复轴200之间以及第二极靴303和往复轴200之间。第一极靴302和第二极靴303沿往复轴200的轴向间隔布置,第一极靴302的外周面和第二极靴303的外周面均与外周壁101的内周面相接触。第一极靴302和/或第二极靴303具有第二通孔3021,第二通孔3021的一端与第一通孔111连通,第二通孔3021的另一端与密封间隙160连通。

[0065] 永磁体301套设在往复轴200上,且永磁体301与往复轴200之间具有间隙,永磁体301的外周面与外周壁101的内周面相接触,永磁体301连接在第一极靴302和第二极靴303之间。

[0066] 永磁体301、第一极靴302和第二极靴303均为圆环形,第一极靴302的内径在靠近第二极靴303的方向上逐渐减小,第二极靴303的内径在远离第一极靴302的方向上逐渐减小。换言之,第一极靴302和第二极靴303的内周面均为圆锥面。也就是说,第一极靴302和第二极靴303处的密封间隙160在从左到右的方向上逐渐减小。

[0067] 进一步地,第一极靴302的内径和第二极靴303的内径均小于永磁体301的内径,保证永磁体301完全通过第一极靴302和第二极靴303导磁,提高密封间隙160内的磁场梯度。

[0068] 进一步地,永磁体301与第一极靴302之间以及永磁体301与第二极靴303之间粘接或通过销轴连接。由此,避免永磁体301与第一极靴302之间以及永磁体301与第二极靴303之间相对转动。

[0069] 第一隔磁环410和第二隔磁环510设在密封腔150内且沿往复轴200的轴向间隔布置。第一隔磁环410和第二隔磁环510与往复轴200之间具有间隙,第一隔磁环410的外周面和第二隔磁环510的外周面与外周壁101的内周面相接触,第一隔磁环410的邻近第二隔磁环510的端面与第一极靴302相接触,第二隔磁环510的邻近第一隔磁环410的端面与第二极靴303相接触。

[0070] 第一隔磁环410的内周面设有第一环形槽,第二隔磁环510的内周面设有第二环形槽,第一滑环密封件400配合在第一环形槽内,第二滑环密封件500配合在第二环形槽内。第一滑环密封件400的内周面和第二滑环密封件500的内周面均与往复轴200的外周面相接触。第一滑环密封件400和第二滑环密封件500能够阻碍磁性液体的泄漏。

[0071] 第一滑环密封件400包括第一C形滑环401和第一密封圈402。第二滑环密封件500包括第二C形滑环501和第二密封圈502。第一密封圈402位于第一C形滑环401的外周面和第一环形槽的底壁面之间,第一C形滑环401的内周面与往复轴200的外周面相接触。第二密封圈502位于第二C形滑环501的外周面和第二环形槽的底壁面之间,第二C形滑环501的内周面与往复轴200的外周面相接触。由此,第一密封圈402的弹性力能够使第一C形滑环401的内周面抵靠在往复轴200的外周面,第二密封圈502的弹性力能够使第二C形滑环501的内周面抵靠在往复轴200的外周面。从而能够避免磁性液体从第一隔磁环410和第二隔磁环510与往复轴200的外周面之间的间隙泄漏。

[0072] 第一环形槽的邻近第二极靴303的一侧贯通第一隔磁环410的邻近第二极靴303的侧面。第一C形滑环401的邻近第二极靴303的一侧与第一极靴302的远离第二极靴303的侧面相接触,第一密封圈402与第一极靴302的远离第二极靴303的侧面相接触。第二环形槽的邻近第一极靴302的一侧贯通第二隔磁环510的邻近第一极靴302的侧面。且第二C形滑环501的邻近第一极靴302的一侧与第二极靴303的远离第一极靴302的侧面相接触,第二密封圈502与第二极靴303的远离第一极靴302的侧面相接触。由此,第一滑环密封件400还能对第一隔磁环410与第一极靴302的接触面进行密封,第二滑环密封件500还能对第二隔磁环510与第二极靴303的接触面进行密封,避免磁性液体流失。

[0073] 第一隔磁环410的外周面具有第一环形凹槽,第二隔磁环510的外周面具有第二环形凹槽。第三密封圈411配合在第一环形凹槽内,第三密封圈411与外周壁101的内周面相接触。第四密封圈511配合在第二环形凹槽内,第四密封圈511与外周壁101的内周面相接触。由此,第三密封圈411能够对第一隔磁环410与外周壁101的接触面进行密封,第四密封圈511能够对第二隔磁环510与外周壁101的接触面进行密封,避免磁性液体流失。

[0074] 第一隔磁环410的邻近第二隔磁环510的端面设有第三环形凹槽,第二隔磁环510的邻近第一隔磁环410的端面设有第四环形凹槽。第五密封圈412配合在第三环形凹槽内,且第五密封圈412与第一极靴302的远离第二极靴303的侧面相接触。第六密封圈512配合在第四环形凹槽内,且第六密封圈512与第二极靴303的远离第一极靴302的侧面相接触。

[0075] 第一轴承800和第二轴承900均套设在往复轴上,第一轴承800的外周面与第三通孔170的内壁面相接触,第二轴承900的外周面与第四通孔180的内壁面相接触。磁性密封件300、第一隔磁环410和第二隔磁环510均位于第一轴承800和第二轴承900之间,密封腔150形成在第一轴承800、往复轴、外周壁101和第二轴承900之间。也就是说,第一轴承800、往复轴、外周壁101和第二轴承900围成的空腔140为密封腔150,磁性密封件300、第一隔磁环410

和第二隔磁环510均位于密封腔150内。

[0076] 第一套环600和第二套环700均套设在往复轴上,第一套环600位于第一轴承800和第一隔磁环410之间,第二套环700位于第二轴承900和第二隔磁环510之间。具体地,第一套环600和第二套环700的材料也均为非导磁材料。第一套环600能够为第一轴承800提供定位作用,第二套环700能够为第二轴承900提供定位作用。

[0077] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0078] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0079] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接或彼此可通讯;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0080] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0081] 在本发明中,术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0082] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

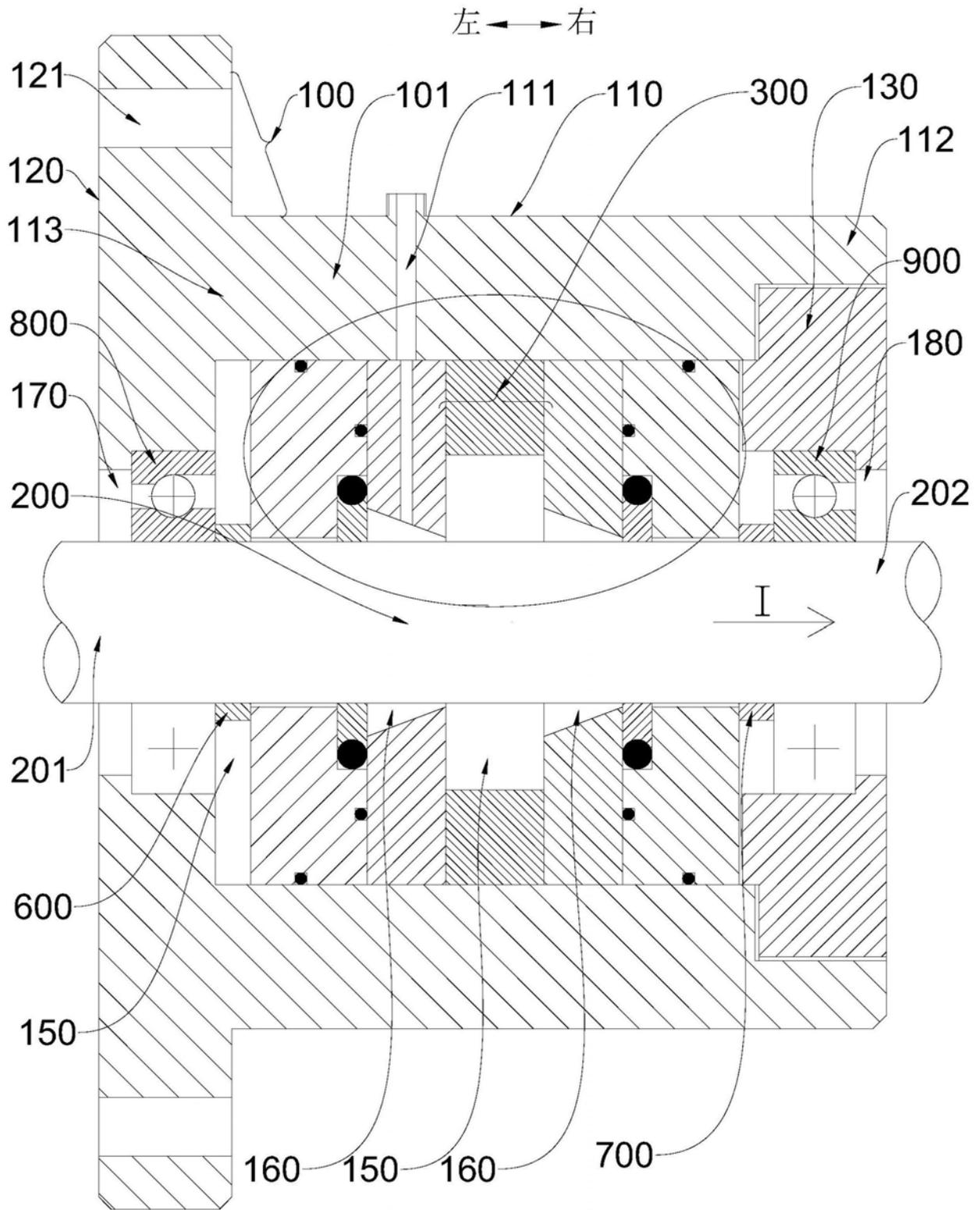


图1

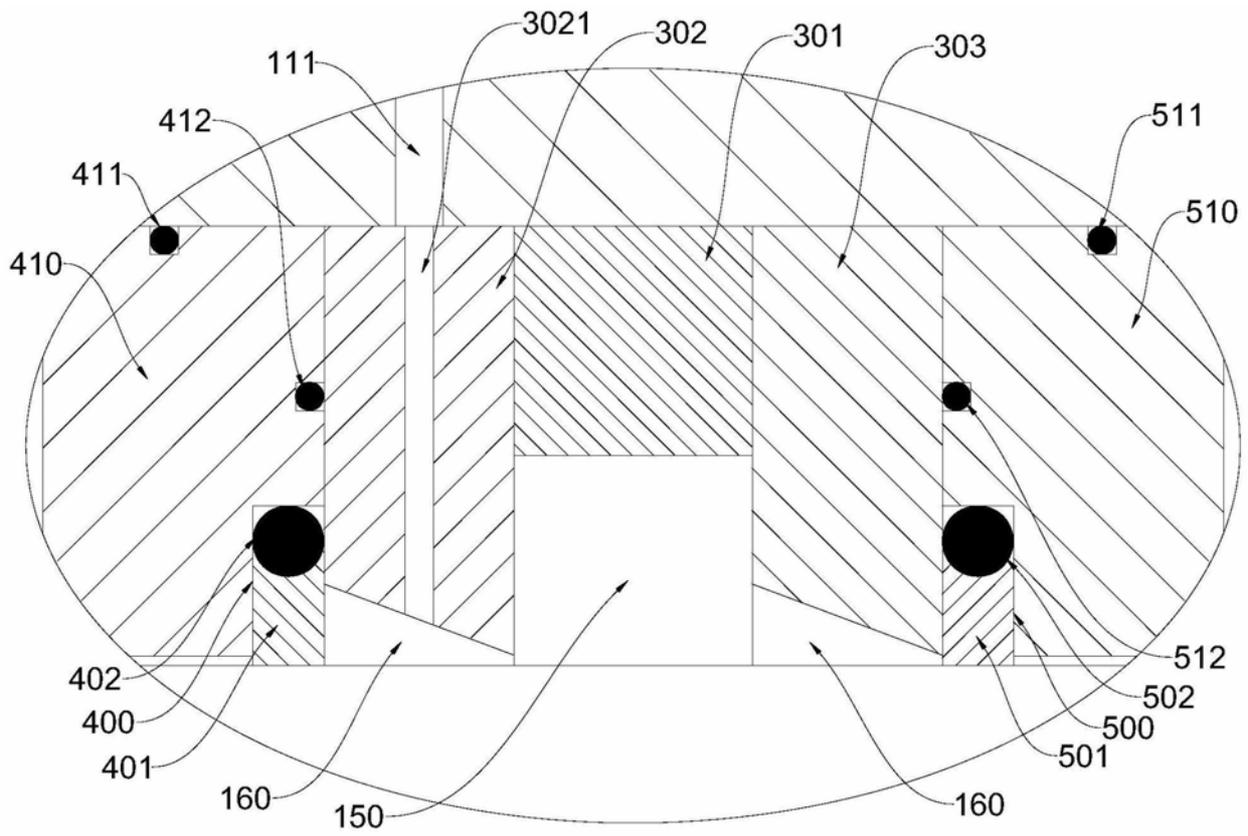


图2

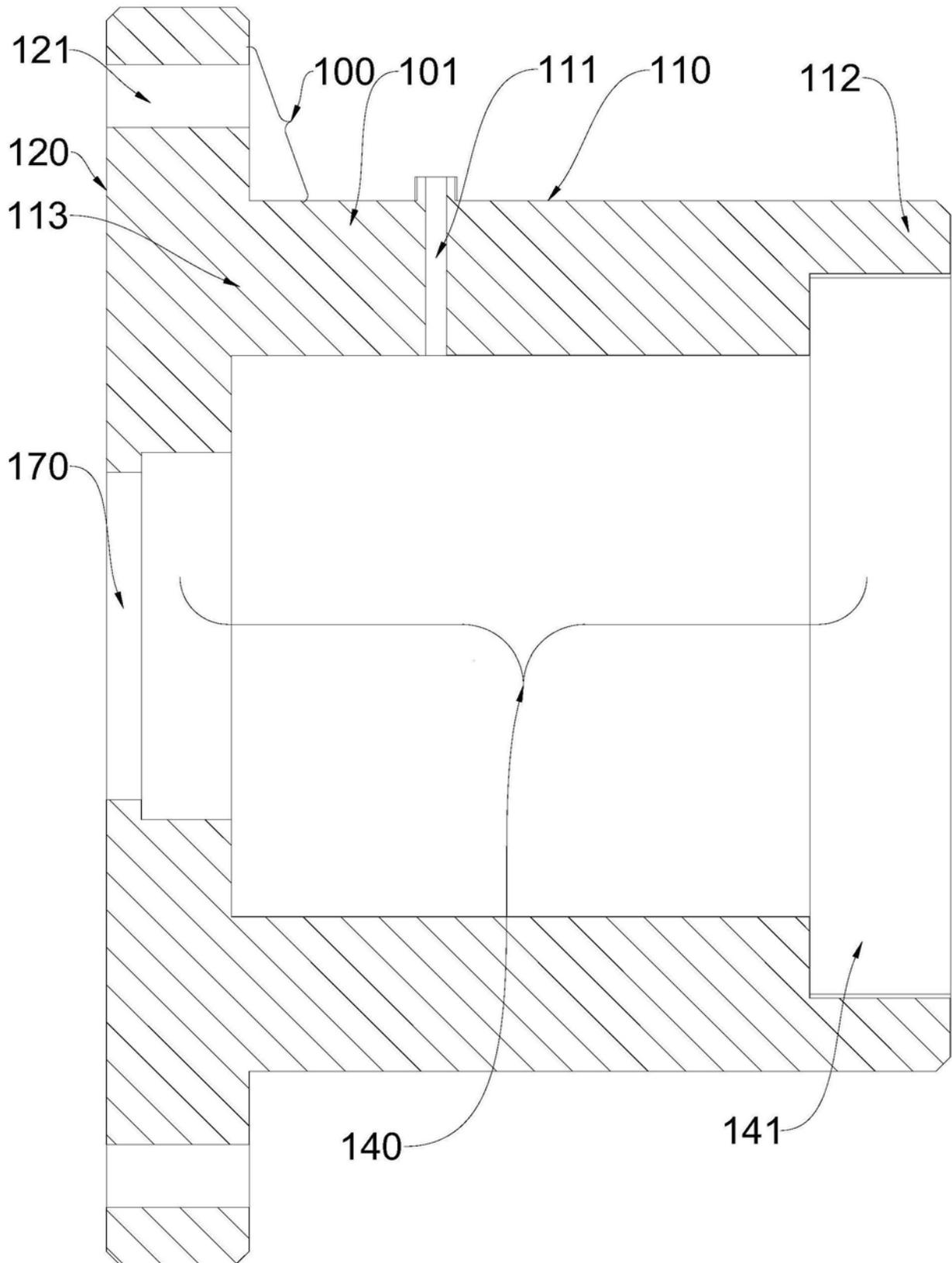


图3