



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117977877 A

(43) 申请公布日 2024. 05. 03

(21) 申请号 202311824262.5

(22) 申请日 2023.12.27

(71) 申请人 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司

地址 102209 北京市昌平区北七家未来科技城华能人才创新创业基地实验楼A楼

申请人 湖北省东湖实验室
湖南湘电动力有限公司

(72) 发明人 付明志 郭小江 王东 胡鹏飞
陈雷 高耀志 秦猛 薄强
姜兴广 申旭辉 孙栩 赫卫国

(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

专利代理师 刘建伯

(51) Int. Cl.

H02K 7/18 (2006.01)

F03D 9/25 (2016.01)

F03D 1/02 (2006.01)

H02K 1/20 (2006.01)

H02K 9/197 (2006.01)

H02K 5/16 (2006.01)

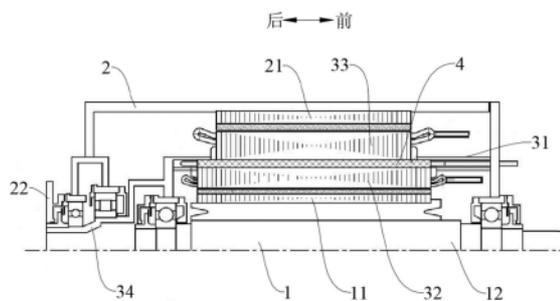
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

风力发电机

(57) 摘要

本发明公开了一种风力发电机,包括第一转动部、第二转动部和固定部,所述第一转动部可转动地装配于所述固定部内,所述第二转动部可转动地套设于所述固定部的外侧,且所述第一转动部和所述第二转动部可共轴独立转动;所述第一转动部上设有内转子,所述第二转动部上设有外转子,所述固定部上设有内定子和外定子,所述内定子与所述内转子相对布置,所述外定子与所述外转子相对布置;所述固定部具有第一端和第二端,所述第一转动部的外径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大,所述固定部的外径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大以便于将部分所述固定部插装至所述第二转动部内。本发明实施例的风力发电机具有便于维护的优点。



1. 一种风力发电机,其特征在于,包括:

第一转动部、第二转动部和固定部,所述第一转动部可转动地装配于所述固定部内,所述第二转动部可转动地套设于所述固定部的外侧,且所述第一转动部和所述第二转动部可共轴独立转动;

所述第一转动部上设有内转子,所述第二转动部上设有外转子,所述固定部上设有内定子和外定子,所述内定子与所述内转子相对布置,所述外定子与所述外转子相对布置;

所述固定部具有第一端和第二端,所述第一转动部的外径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大以便于将部分所述第一转动部从第一端插装至所述固定部,所述固定部的外径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大以便于将部分所述固定部插装至所述第二转动部内。

2. 根据权利要求1所述的风力发电机,其特征在于,所述第二转动部和所述固定部为筒状结构,所述第二转动部的内径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大以便于将部分所述固定部插装至所述第二转动部内,所述固定部的的内径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大以便于将部分所述第一转动部插装至所述固定部。

3. 根据权利要求2所述的风力发电机,其特征在于,所述固定部上设有隔磁套,所述隔磁套沿所述固定部的长度方向延伸,以隔绝所述固定部内侧和所述固定部外侧的磁场。

4. 根据权利要求3所述的风力发电机,其特征在于,所述固定部包括筒状部和环形挡板,所述环形挡板设于所述第一端,所述筒状部沿所述固定部的长度方向延伸,所述隔磁套设于所述内定子和所述外定子之间,且所述隔磁套设于所述筒状部的内壁和所述筒状部的外壁之间。

5. 根据权利要求3所述的风力发电机,其特征在于,所述隔磁套内设有冷却流道,所述冷却流道在所述隔磁套内弯折延伸以适于供冷却介质在所述隔磁套内流动。

6. 根据权利要求2所述的风力发电机,其特征在于,所述固定部包括缩径段,部分所述第二转动部通过轴承可转动地装配在所述缩径段的外周侧,所述缩径段设于所述第二端,所述缩径段的外径沿从第一端到第二端的方向逐渐减小,以便于所述固定部插装于所述第二转动部内。

7. 根据权利要求6所述的风力发电机,其特征在于,所述第二转动部包括套筒部、第一环形凸缘和第二环形凸缘,所述外转子设于所述套筒部,所述第一环形凸缘和所述第二环形凸缘设于所述套筒部靠近所述第二端的一侧,所述第一环形凸缘和所述第二环形凸缘装配于所述缩径段的外周侧,且所述第一环形凸缘和所述第二环形凸缘沿所述固定部的长度方向上具有设定间隔以支撑所述套筒部。

8. 根据权利要求7所述的风力发电机,其特征在于,所述第一转动部包括转轴,所述内转子套设于部分所述转轴的外周侧,所述转轴包括外延段,所述外延段设于所述第一端背离所述第二端的一侧以适于供所述第一转动部与第一风轮相连。

9. 根据权利要求8所述的风力发电机,其特征在于,所述第二转动部包括法兰盘,所述法兰盘设于所述第二端背离所述第一端的一侧,且所述法兰盘与所述套筒部相连,以适于供所述第二转动部与第二风轮相连。

10. 根据权利要求8所述的风力发电机,其特征在于,所述固定部的内侧设有第三环形凸缘,所述固定部包括第一轴承,所述第一轴承设于所述第三环形凸缘的内缘,所述转轴上设有第二轴承,所述第二轴承适于连接在所述转轴和所述环形挡板的内缘之间。

风力发电机

技术领域

[0001] 本发明涉及发电设备技术领域,具体地,涉及一种风力发电机。

背景技术

[0002] 随着风电机组功率不断增大,风机风轮长度越来越长,风轮、主轴承等部件制造和运行条件已经接近相关材料承受的极限。串列式双风轮风机等高风能利用率的新型风机已经成为研究热点,为追求双风轮风机最大综合风能利用率,需要前后风轮实现机械与电气方面的完全结构,转速的高效协同运行。相关技术中的双风轮风机的结构复杂不便于检修和维护。

发明内容

[0003] 本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。

[0004] 为此,本发明的实施例提出一种风力发电机。

[0005] 根据本发明实施例的风力发电机包括第一转动部、第二转动部和固定部,所述第一转动部可转动地装配于所述固定部内,所述第二转动部可转动地套设于所述固定部的外侧,且所述第一转动部和所述第二转动部可共轴独立转动;所述第一转动部上设有内转子,所述第二转动部上设有外转子,所述固定部上设有内定子和外定子,所述内定子与所述内转子相对布置,所述外定子与所述外转子相对布置;所述固定部具有第一端和第二端,所述第一转动部的外径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大以便于将部分所述第一转动部从第一端插装至所述固定部,所述固定部的外径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大以便于将部分所述固定部插装至所述第二转动部内。

[0006] 根据本发明实施例风力发电机通过设置共轴转动的第一转动部和第二转动部,其中第一转动部与第一风叶相连,第二转动部与第二风叶相连,第一转动部可连同内转子插接至固定部,以使内定子和内转子相对布置,第二转动部可连同外转子套装在所述固定部的外周侧,以使外转子和外定子相对布置,所述第一转动部的外径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大,所述固定部的外径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大,以便于将第一转动部插装至固定部的内侧,并将第二转动部套设于固定部的外侧,从而便于本发明实施例风力发电机的拆装。另外,第一转动部设有内转子,第二转动部设有外转子,固定部设有与内转子相对布置的内定子,固定部还设有与外转子对应布置的外定子,形成内外两层共轴的发电机,在提高本发明实施例风力发电机的发电效率的同时,使本发明实施例风力发电机具有便于维护的优点。

[0007] 在一些实施例中,所述第二转动部和所述固定部为筒状结构,所述第二转动部的内径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大以便于将部分所述固定部插装至所述第二转动部内,所述固定部的的内径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大以便于将部分所述第一转动部插装至所述固定部。

[0008] 在一些实施例中,所述固定部上设有隔磁套,所述隔磁套沿所述固定部的长度方

向延伸,以隔绝所述固定部内侧和所述固定部外侧的磁场。

[0009] 在一些实施例中,所述固定部包括筒状部和环形挡板,所述环形挡板设于所述第一端,所述筒状部沿所述固定部的长度方向延伸,所述隔磁套设于所述内定子和所述外定子之间,且所述隔磁套设于所述筒状部的内壁和所述筒状部的外壁之间。

[0010] 在一些实施例中,所述隔磁套内设有冷却流道,所述冷却流道在所述隔磁套内弯折延伸以适于供冷却介质在所述隔磁套内流动。

[0011] 在一些实施例中,所述固定部包括缩径段,部分所述第二转动部通过轴承可转动地装配在所述缩径段的外周侧,所述缩径段设于所述第二端,所述缩径段的外径沿从第一端到第二端的方向逐渐减小,以便于所述固定部插装于所述第二转动部内。

[0012] 在一些实施例中,所述第二转动部包括套筒部、第一环形凸缘和第二环形凸缘,所述外转子设于所述套筒部,所述第一环形凸缘和所述第二环形凸缘设于所述套筒部靠近所述第二端的一侧,所述第一环形凸缘和所述第二环形凸缘装配于所述缩径段的外周侧,且所述第一环形凸缘和所述第二环形凸缘沿所述固定部的长度方向上具有设定间隔以支撑所述套筒部。

[0013] 在一些实施例中,所述第一转动部包括转轴,所述内转子套设于部分所述转轴的外周侧,所述转轴包括外延段,所述外延段设于所述第一端背离所述第二端的一侧以适于供所述第一转动部与第一风轮相连。

[0014] 在一些实施例中,所述第二转动部包括法兰盘,所述法兰盘设于所述第二端背离所述第一端的一侧,且所述法兰盘与所述套筒部相连,以适于供所述第二转动部与第二风轮相连。

[0015] 在一些实施例中,所述固定部的内侧设有第三环形凸缘,所述固定部包括第一轴承,所述第一轴承设于所述第三环形凸缘的内缘,所述转轴上设有第二轴承,所述第二轴承适于连接在所述转轴和所述环形挡板的内缘之间。

附图说明

[0016] 图1是本发明实施例的风力发电机的结构示意图。

[0017] 图2是本发明实施例的风力发电机的固定部的示意图。

[0018] 图3是本发明实施例的风力发电机的第一转动部的示意图。

[0019] 图4是本发明实施例的风力发电机的第二转动部的示意图。

[0020] 附图标记:

[0021] 1、第一转动部;11、内转子;12、转轴;121、外延段;13、第二轴承;

[0022] 2、第二转动部;21、外转子;22、法兰;23、套筒部;24、第一环形凸缘;25、第二环形凸缘;

[0023] 3、固定部;31、筒状部;311、环形槽;32、内定子;33、外定子;34、缩径段;35、环形挡板;36、第三环形凸缘;37、第一轴承。

具体实施方式

[0024] 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。

[0025] 下面结合图1、图2、图3和图4描述本发明实施例的风力发电机。

[0026] 根据本发明实施例的风力发电机包括第一转动部1、第二转动部2和固定部3,第一转动部1可转动地装配于固定部3内,第二转动部2可转动地套设于固定部3的外侧,且第一转动部1和第二转动部2可共轴独立转动。

[0027] 具体地,固定部3为前后延伸的筒状结构,且固定部3的前端设有开口,至少部分第一转动部1可从固定部3的前端开口处插入固定部3内并转动配合至固定部3内。第二转动部2为前后延伸的筒状结构,第二转动部2的前端设有开口,至少部分固定部3可从第二转动部2前端的开口处插入第二转动部2内并使第二转动部2内可转动地套设于固定部3的外周侧。

[0028] 第一转动部1上设有内转子11,第二转动部2上设有外转子21,固定部3上设有内定子32和外定子33,内定子32与内转子11相对布置,外定子33与外转子21相对布置。

[0029] 具体地,固定部3的内壁套设于内定子32的外周侧,固定部3的外壁套设有外定子33,第一转动部1的外周侧套设有内转子11,第二转动部2的内壁设有外转子21,当第一转动部1、第二转动部2和固定部3配合在一起时,内转子11与内定子32在前后方向上重合、外转子21与外定子33在前后方向上重合,以使内转子11可转动地配合在内定子32的内侧、外转子21可转动地套设于外定子33的外周侧。

[0030] 固定部3具有第一端和第二端,第一转动部1的外径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大以便于将部分第一转动部1从第一端插装至固定部3,固定部3的外径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大以便于将部分固定部3插装至第二转动部2内。

[0031] 具体地,第一端为固定部3的前端,第二端为固定部3的后端,固定部3的外径从前至后逐渐减小,在第二转动部2套设于固定部3的外周侧时,固定部3的后端先从第二转动部2的前端进入第二转动部2的内腔,固定部3的外径从前至后逐渐减小一方面使固定部3的外周轮廓与第二转动部2的内壁轮廓相适应,另一方面便于将固定部3装配至第二转动部2内。

[0032] 第一转动部1的外径从前至后逐渐减小,在将第一转动部1装配于固定部3的内腔中时,第一转动部1的后端先从固定部3的前端进入固定部3的内腔,第一转动部1的外径从前至后逐渐减小一方面使第一转动部1的外周轮廓与固定部3的内壁轮廓相适应,另一方面便于将第一转动部1装配至固定部3内。

[0033] 根据本发明实施例风力发电机通过设置共轴转动的第一转动部1和第二转动部2,其中第一转动部1与第一风叶相连,第二转动部2与第二风叶相连,第一转动部1可连同内转子11插接至固定部3,以使内定子32和内转子11相对布置,第二转动部2可连同外转子21套装在固定部3的外周侧,以使外转子21和外定子33相对布置,第一转动部1的外径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大,固定部3的外径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大,以便于将第一转动部1插装至固定部3的内侧,并将第二转动部2套设于固定部3的外侧,从而便于本发明实施例风力发电机的拆装。

[0034] 另外,第一转动部1设有内转子11,第二转动部2设有外转子21,固定部3设有与内转子11相对布置的内定子32,固定部3还设有与外转子21对应布置的外定子33,形成内外两层共轴的发电机,在提高本发明实施例风力发电机的发电效率的同时,使本发明实施例风力发电机具有便于维护的优点。

[0035] 在一些实施例中,第二转动部2和固定部3为筒状结构,第二转动部2的内径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大以便于将部分固定部3插装至第二转动部2内,固定部3的的

内径沿从第二端到第一端的方向逐渐增大以便于将部分第一转动部1插装至固定部3。

[0036] 具体地,固定部3内壁的内径沿从后至前的方向逐渐变大,即固定部3内腔前端开口的尺寸较大,以便于第一转动部1从固定部3前端的开口插入固定部3内,第二转动部2内壁的内径从后之前逐渐增大,即第二转动部2内腔前端开口的尺寸较大,以便于第二转动部2从后至前套设于固定部3的外周侧。

[0037] 由此,便于本发明实施例风力发电机的拆装,使本发明实施例风力发电机具有便于维护的优点。

[0038] 在一些实施例中,固定部3上设有隔磁套,隔磁套沿固定部3的长度方向延伸,以隔绝固定部3内侧和固定部3外侧的磁场。

[0039] 具体地,内定子32和外定子33中分别设有绕线组,内转子11和外转子21都为永磁材料,本发明实施例的风力发电机在工作时,内转子11相对于内定子32转动,使内定子32中的绕线组切割内转子11的磁感线以产生电流,外转子21相对于外定子33转动,使外定子33中的绕线组切割外转子21的磁感线以产生电流。

[0040] 通过在固定部3中设置隔磁套,隔磁套在前后方向上位于外定子33和内定子32之间,将外转子21产生的磁场和内转子11产生的磁场完全隔离,以避免内转子11和外转子21产生的磁场相互影响,使内定子32仅切割内转子11的磁感线、外定子33仅切割外转子21的磁感线,以实现内转子11-内定子32和外转子21-外定子33之间的电气解耦,提高本发明实施例的风力发电机的发电效率。

[0041] 在一些实施例中,固定部3包括筒状部31和环形挡板35,环形挡板35设于第一端,筒状部31沿固定部3的长度方向延伸,隔磁套设于内定子32和外定子33之间,且隔磁套设于筒状部31的内壁和筒状部31的外壁之间。

[0042] 具体地,环形挡板35设于固定部3的前端,且环形挡板35的厚度方向为前后方向,环形挡板35绕转轴12的外周侧闭合延伸,筒状部31设于环形挡板35的后端,且筒状部31沿前后方向延伸,筒状部31的前端与环形挡板35相连,且筒状部31前端的内径大于环形挡板35的内径,筒状部31前端的外径小于环形挡板35的外径,以使内转子11和内定子32完全位于筒状部31的内侧和环形挡板35的后侧、外转子21和外定子33完全位于筒状部31的外周侧和环形挡板35的后侧。

[0043] 筒状部31为空心结构,筒状部31内设有沿前后方向延伸的环形槽311,环形槽311沿设于筒状部31的内壁和筒状部31的外壁之间,且环形槽311沿筒状部31的周向闭合延伸,以使隔磁套可装配至环形槽311内。

[0044] 由此,内定子32安装于筒状部31的内壁,外定子33安装于筒状部31的外壁,以使内定子32和外定子33都设于机架,且内定子32通过筒状部31的内壁与隔磁套相连,外定子33通过筒状部31的外壁与隔磁套相连。

[0045] 在一些实施例中,隔磁套内设有冷却流道(图中未示出),冷却流道在隔磁套内弯折延伸以适于供冷却介质在隔磁套内流动。

[0046] 具体地,在本发明实施例的发电设备运行过程中,外定子33和内定子32之间设有隔磁套以隔绝第一组件和第二组件的磁场,外定子33中的绕线组切割外转子21的磁感线产生电流,电流在外定子33的绕线组中通过电流热效应发热,内定子32中的绕线组切割内转子11的磁感线产生电流,电流在内定子32的绕线组中通过电流热效应发热。

[0047] 由此,内定子32和外定子33通过隔磁套内冷却流道中流动的冷却介质能够将内定子32和外定子33中产生的热量送出,以避免内定子32和外定子33中热量聚集引起故障。

[0048] 在一些实施例中,固定部3包括缩径段34,部分第二转动部2通过轴承可转动地装配在缩径段34的外周侧,缩径段34设于第二端,缩径段34的外径沿从第一端到第二端的方向逐渐减小,以便于固定部3插装于第二转动部2内。

[0049] 具体地,缩径段34位于固定部3的后端,内转子11、内定子32、外转子21和外定子33完全位于缩径段34的前侧,缩径段34的直径小于套筒部23的直径,以使缩径段34的结构刚性较高,第二转动部2与固定部3连接位置设于缩径段34,能够提高第二转动部2的支撑刚度,从而使外转子21相对于外定子33转动时和外定子33具有较好的同轴度。

[0050] 在一些实施例中,第二转动部2包括套筒部23、第一环形凸缘24和第二环形凸缘25,外转子21设于套筒部23,第一环形凸缘24和第二环形凸缘25设于套筒部23靠近第二端的一侧,第一环形凸缘24和第二环形凸缘25装配于缩径段34的外周侧,且第一环形凸缘24和第二环形凸缘25沿固定部3的长度方向上具有设定间隔以支撑套筒部23。

[0051] 具体地,第二转动部2的后端设有第一环形凸缘24和第二环形凸缘25,第一环形凸缘24设于第二环形凸缘25的前侧,且第一环形凸缘24和第二环形凸缘25都沿固定部3的外周侧闭合延伸,第一环形凸缘24的内缘和缩径段34的外壁通过轴承转动连接,第二环形凸缘25的内缘和缩径段34的外壁通过轴承转动连接,以使第二转动部2可转动地装配于固定部3。

[0052] 由此,通过设置第一环形凸缘24和第二环形凸缘25,在第二转动部2装配至固定部3外周侧的过程中,第一环形凸缘24的内缘和第二环形凸缘25的内缘作为两个支撑点提高第二转动部2的支撑刚度,从而进一步地提高了外转子21相对于外定子33转动时的同轴度。

[0053] 在一些实施例中,第一转动部1包括转轴12,内转子11套设于部分转轴12的外周侧,转轴12包括外延段121,外延段121设于第一端背离第二端的一侧以适于供第一转动部1与第一风轮相连。

[0054] 第二转动部2包括法兰22盘,法兰22盘设于第二端背离第一端的一侧,且法兰22盘与套筒部23相连,以适于供第二转动部2与第二风轮相连。

[0055] 具体地,本发明实施例的发电设备还包括同轴布置的第一风轮(图中未示出)和第二风轮(图中未示出),转轴12的前端伸出固定部3以供第一风轮与转轴12相连,通过转轴12驱动第一转动部1的内转子11转动,法兰22设于固定部3的后侧以供第二风轮与法兰22连接,并通过法兰22驱动第二转动部2的外转子21转动,由于内转子11和外转子21可相对转动,转轴12和法兰22可共轴独立转动,进而第一风轮和第二风轮可共轴相对独立转动。

[0056] 由此,通过共轴独立转动的内转子11和外转子21实现第一风轮和第二风轮的机械解耦,从而实现双风轮风机前后风轮转速的独立控制,便于提高本发明实施例的风力发电机的总风能利用率。

[0057] 在一些实施例中,固定部3的内侧设有第三环形凸缘36,固定部3包括第一轴承37,第一轴承37设于第三环形凸缘36的内缘,转轴12上设有第二轴承13,第二轴承13适于连接在转轴12和环形挡板35的内缘之间。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。

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] 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。

[0061] 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。

[0062] 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。

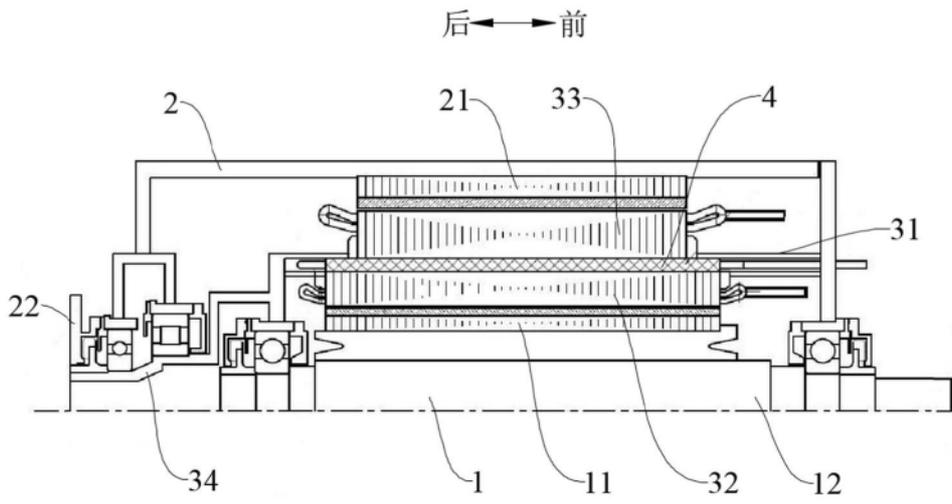


图1

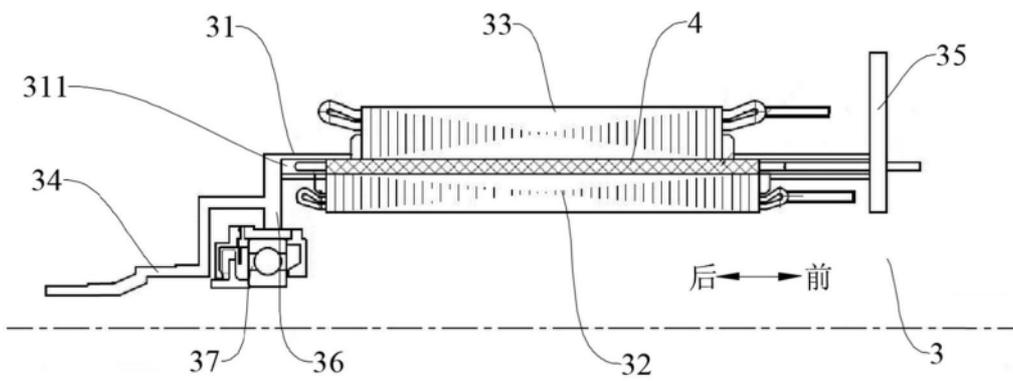


图2

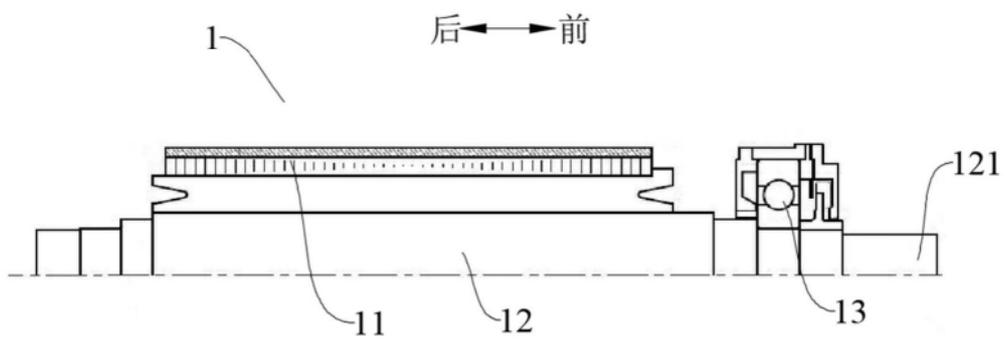


图3

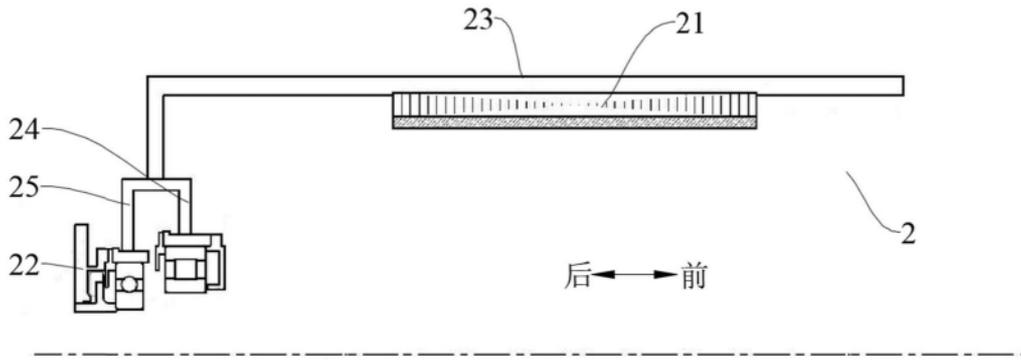


图4