

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014 年 9 月 18 日 (18.09.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/139293 A1

- (51) 国际专利分类号:
B25J 9/12 (2006.01) H02K 7/08 (2006.01)
F16J 15/16 (2006.01) H02K 11/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/087398
- (22) 国际申请日: 2013 年 11 月 19 日 (19.11.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310076619.6 2013 年 3 月 11 日 (11.03.2013) CN
- (71) 申请人: 上海交通大学 (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国上海市闵行区东川路 800 号, Shanghai 200240 (CN)。
- (72) 发明人: 张波 (ZHANG, Bo); 中国上海市闵行区东川路 800 号, Shanghai 200240 (CN)。 刘品宽 (LIU, Pinkuan); 中国上海市闵行区东川路 800 号, Shanghai 200240 (CN)。 朱晓博 (ZHU, Xiaobo); 中国上海市闵行区东川路 800 号, Shanghai 200240 (CN)。 李玉洁 (LI, Yujie); 中国上海市闵行区东川路 800 号, Shanghai 200240 (CN)。
- (74) 代理人: 上海汉声知识产权代理有限公司 (SHANGHAI HANGSOME INTELLECTUAL PROPERTY LTD.); 中国上海市闵行区银都路 3828 弄 56 号 307 室, Shanghai 201108 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[见续页]

(54) Title: STATIC VACUUM SHAFTING DEVICE OF INTEGRATED ROTARY TRANSFORMER

(54) 发明名称: 一种集成旋转变压器的静态真空轴系装置

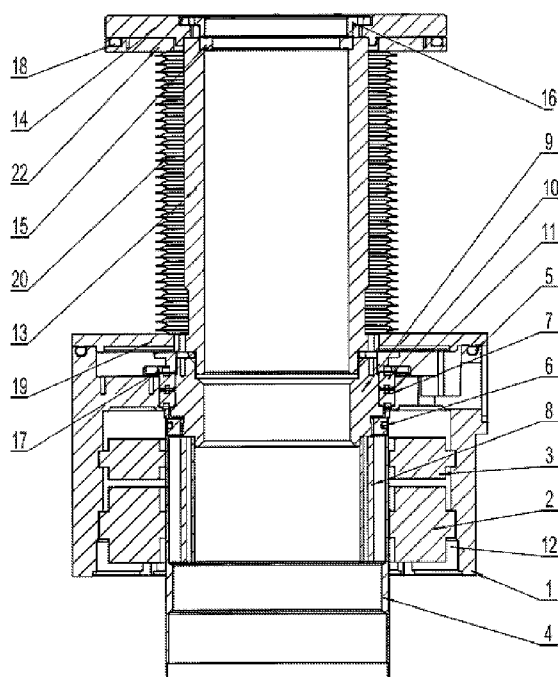


图 1 / Fig. 1

(57) Abstract: Provided is a static vacuum shafting device of an integrated rotary transformer, the device comprising: a driving component, a vacuum sealing cover, a location detecting component, a shafting base (1), a vacuum insulation sleeve (4), a second O-shaped seal ring (5), a first O-shaped seal ring (6), a first rolling bearing (7), a second rolling bearing (10), a bearing spacer ring (11), a transmission shaft (13), a shafting flange (14), a walking rolling bearing (15), a first bearing gland (16), a second bearing gland (17) and a third O-shaped seal ring (18). The driving component comprises a motor stator (2), a rotary transformer stator (3), a motor and rotary transformer integrated rotor (8), a rotor flange (9) and a stator-fixing pressing block (12) which are coaxially installed. The vacuum sealing cover comprises a sealing cover upper flange (22), a sealing cover (20) and a sealing cover lower flange (19). The static vacuum shafting device of the integrated rotary transformer couples a motor shaft to a load rigidly, thereby achieving a "zero-transmission" method and achieving the "zero-leakage" sealed transmission of a shafting, and is particularly suitable for the power transmission of a vacuum robot in a high-vacuum environment.

(57) 摘要:

[见续页]



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。
本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种集成旋转变压器的静态真空轴系装置，包括：驱动部件、真空密封罩、位置检测部件、轴系基座（1）、真空隔离套（4）、第二 O 型密封圈（5）、第一 O 型密封圈（6）、第一滚动轴承（7）、第二滚动轴承（10）、轴承隔环（11）、传动轴（13）、轴系法兰（14）、游动滚动轴承（15）、第一轴承压盖（16）、第二轴承压盖（17）和第三 O 型密封圈（18）。驱动部件包括同轴安装的电机定子（2）、旋转变压器定子（3）、电机与旋转变压器一体化转子（8）、转子法兰盘（9）和定子固定压块（12）。真空密封罩包括密封罩上法兰（22）、密封罩（20）和密封罩下法兰（19）。集成旋转变压器的静态真空轴系装置使电机轴与负载刚性耦合，从而实现了“零传动”方式，并实现了轴系的“零泄漏”密封传动，尤其适用高真空环境下真空机器人的动力传动。

一种集成旋转变压器的静态真空轴系装置

技术领域

本发明涉及一种真空机器人领域的装置，具体涉及一种集成旋转变压器的静态真空轴系装置。

背景技术

随着大规模集成电路产业的迅速发展，其主流技术正由 $\varnothing 300\text{mm}$ 、65nm 向 $\varnothing 450\text{mm}$ 、32nm 过渡，而实践证明，0.35 μm 及其以下尺寸的许多前端工艺，如离子注入、刻蚀、镀膜、沉积、溅射等都必须是在超高洁净度的真空环境下进行。为了提高洁净度和生产效率，降低成本，集束型设备已成为半导体前端设备的发展主流。真空机器人是集束型设备中晶圆在各反应工艺腔室之间传输的核心部件，由于真空机器人需要在真空环境下运作，而大气环境与真空环境之间的密封隔离与动力传递正是制约真空机器人性能提高的技术瓶颈。由于电机轴系及其位移测量装置是真空机器人的核心部件，因此处理好电机与位置检测部件的真空隔离问题成为设计真空机器人轴系的关键技术。

大气机器人与真空机器人最核心的区别是它们的动力传递方式不同。大气机器人可以把电机直接安装在关节位置来驱动手臂；而真空机器人的手臂必须在高真空高洁净环境下工作，如果仍将电机直接连接手臂，电机定子电枢表面的塑料绝缘材料在真空环境下释放的微粒与气体将破坏高洁净度高真空环境，此外直接驱动电机的铜损(热功)较大，在真空环境中很难散热，所以必须把电机定子置于大气环境中。因此如何将电机提供的动力从大气环境传递给真空环境中的机械手臂成为了真空机器人研发的技术瓶颈。

常用的真空机械手轴系一般通过磁性联轴器实现静态密封，但是存在以下缺点：轴承在真空环境下，需要采用特殊润滑方式以减少颗粒产生对真空环境的污染；永磁体及粘结胶在真空环境下，会带来一定的气体泄露；电机定子与转子、磁性联轴器主动转子与随动转子之间都存在间隙，给系统的控制增加了复杂性，同时降低

了系统的刚性。

在轴系系统中往往还需要位置检测部件，通过它能够实时地检测出电机转子的位置、转速，以实现对电机的转速、转矩及其位置的高精度控制，以获取良好的性能。由于旋转变压器是一种电磁式传感器，本质上是一种测量角度用的小型交流电动机，用来测量旋转物体的转轴角位移和角速度，其内部没有任何电子元件，仅仅由定子和转子组成，结构简单。因此随着对电机自动化控制的要求日益增加，用于转动轴系的电机附带旋转变压器成为常见的配置。

但是由于对用于真空机器人轴系上的电机在重量和空间上较大，现在的结构在布置旋转变压器时，电机轴承与旋转变压器的转子在空间上会有干涉从而导致布置困难，同时由于空间限制，旋转变压器与其它零部件的距离狭小，给设计、制造、维修都会带来较大困难，同时无法解决电机与位移测量装置之间的真空隔离问题，因此在真空轴系中很少采用旋转变压器作为轴系的位移测量装置。

发明内容

本发明的主要目的是为了克服上述已有技术的不足之处，提供一种集成旋转变压器的真空静态轴系装置，使其结构紧凑，体积减少，安装灵活方便，节省开发周期；同时使电机轴与负载的刚性耦合，从而实现所谓的“零传动”方式，运转平稳，噪声小；位置检测部件与电机的无缝集成，可实现轴系的“零泄漏”密封传动，可用于化工空冶炼、制药设备中的真空、液体、有害气体、有害液体及超净化环境中，尤其适用高真空环境下真空机器人的动力传动。

根据本发明的一个方面，提供一种集成旋转变压器的静态真空轴系装置，包括：驱动部件、真空密封罩、位置检测部件、轴系基座、真空隔离套、第二 O 型密封圈、第一 O 型密封圈、第一滚动轴承、第二滚动轴承、轴承隔环、传动轴、轴系法兰、游动滚动轴承、轴承压盖、轴承压盖、第三 O 型密封圈；

所述驱动部件包括同轴安装的电机定子、旋转变压器定子、电机与旋转变压器一体化转子、转子法兰盘、定子固定压块，其中：电机与旋转变压器一体化转子与转子法兰盘通过螺钉相连，电机定子与旋转变压器定子通过定子固定压块固定在轴系基座内侧，并同轴系基座紧密配合；

所述真空密封罩包括密封罩上法兰、密封罩、密封罩下法兰，其中：密封罩下法兰通过螺钉固定在轴系基座上端面，在轴系基座上开有第二环形凹槽，在第二环形凹槽中填有第二 O 型密封圈；密封罩上法兰通过螺钉固定在传动轴的轴系法兰上，在密封罩上

法兰上开有第三环形凹槽，在第三环形凹槽中填有第三 O 型密封圈，真空密封罩能够自由地上下收缩，配合控制上下方向运动的驱动机构，能够带动整个轴系基座沿上下方向运动；

传动轴的下端面与转子法兰盘通过螺钉固定在一起，传动轴的上端面一直延伸到外部与真空环境相通，传动轴的上端面开有安装游动滚动轴承的凹槽，游动滚动轴承通过轴承压盖固定在传动轴的上端面；传动轴的上端面固定有轴系法兰，转子法兰盘与轴系基座之间装配有第一滚动轴承和第二滚动轴承，第一滚动轴承和第二滚动轴承之间添加有轴承隔环，轴承压盖将第二滚动轴承压紧在轴系基座上，所述的真空隔离套的内部是台阶式的空心盖状物，真空隔离套的一端打有螺纹孔，固定在轴系基座上，在轴系基座上开有第一环形凹槽，在第一环形凹槽中填有第一 O 型密封圈，电机定子和旋转变压器定子均与电机与旋转变压器一体化转子之间形成间隙，真空隔离套从所述间隙穿过将电机与旋转变压器一体化转子隔离于电机定子和旋转变压器定子。

优选地，电机定子与旋转变压器定子的两侧中间均为凸台式结构。

优选地，电机定子和电机与旋转变压器一体化转子之间的间隙、以及旋转变压器定子和电机与旋转变压器一体化转子之间的间隙，均为 1.5mm~2.5mm。

优选地，电机定子和电机与旋转变压器一体化转子之间的间隙、以及旋转变压器定子和电机与旋转变压器一体化转子之间的间隙，均为 2mm。

优选地，所述电机与旋转变压器一体化转子采用中空结构的设计，该中空结构用于使配线能够从轴系的中间穿过。

优选地，所述电机与旋转变压器一体化转子的磁铁外围包有非磁性的保护管。

优选地，所述电机与旋转变压器一体化转子同时使用胶粘和定位法兰两种方法来固定磁体的位置。

优选地，所述电机与旋转变压器一体化转子、电机定子、以及旋转变压器定子的所有磁体表面可镀镍或镀锌。

优选地，所述真空隔离套采用非导磁的材料。

优选地，旋转变压器的原、副绕组均分布在旋转变压器定子侧。

更为具体地，本发明是通过以下技术方案实现的，本发明包括：驱动部件、位置检测部件、轴系基座、真空隔离套、真空密封罩、法兰盘、传动轴。驱动部件与位置检测部件通过一种轴系静态真空隔离方法实现一体化的装配，统一安装在轴系基座内部；真空隔离套从驱动部件与位置检测部件中间的间隙穿过，从而实现动力从大气环境到真空

环境的传递，同时隔离了大气环境和真空环境；法兰盘的下端面通过螺纹孔分别与真空隔离套和轴系基座相连，法兰盘的上端面与传动轴下端相连，从而实现驱动部件带动轴系传动轴同轴旋转的动力传递；真空密封套的下端与轴系基座通过法兰盘相连，真空密封套的上端与传动轴上端通过法兰盘相连；从而可实现多轴零泄漏的轴系真空隔离，从而保证真空机器人的整个轴系能够以静态传动的形式运行于真空环境中。所有这些部件均同轴装配。

所述的驱动部件是一种具有磁力直接驱动技术的永磁同步电机，该电机由外磁定子和内磁转子组成，定转子之间没有任何接触。外磁定子由旋转电磁场线圈组成，作为轴系的驱动部件，该线圈通电后，产生旋转磁场驱动被隔离密封套封闭在真空容器中的内磁转子旋转。内磁转子和真空机器人的手臂驱动轴直接相连，中间无需任何减速机构如齿轮、皮带轮等便能达到带动负载进行运动的目的。外磁定子和内磁转子之间留有一定的空隙，方便进行真空隔离套的安装从而实现真空隔离。电机的定子和转子分别工作在大气和真空环境下，这种方式的优点是能够得到高的真空度，设计相对较简单，并且所有的电机接线端均在大气环境下。

所述的位置检测部件是一种正余弦磁阻式的旋转变压器，能够实时检测电机转子位置与转速；该旋转变压器由外磁定子和内磁转子组成，定转子之间没有任何接触，与永磁同步电机结构和工作原理相似。

所述的一种电机的内磁转子与旋转变压器的内磁转子一体化设计方法的工作原理是：正余弦磁阻式旋转变压器和永磁同步电机的工作原理相似，它们的绕组都在外磁定子上，内磁转子部分仅是一块具有永磁材料的铁心，没有嵌放任何绕组，转子上每对磁阻磁极的形状使得气隙磁导随转子位置的变化中只含有恒定分量和基波分量，从而在信号绕组中获取按正弦变化的位置信号。因此将电机的内磁转子延长同时作为旋转变压器的内磁转子，而将旋转变压器的内磁转子去掉，使驱动部件与位置检测部件一体化安装，这样设计的优点有：

1. 可以在定子与转子之间进行真空与大气的隔离，使真空与大气之间没有电气信号的连接；
2. 还能够有效减少永磁体材料的过度浪费，避免过多的永磁体在运动过程容易吸附微小的铁磁性微粒，可能造成真空环境的污染；
3. 有效地提高旋转变压器的检测精度，更好的保证旋转变压器的性能。

所述的一体化内磁转子采用中空结构的设计，可使配线从轴系的中间穿过。

所述的一体化内磁转子的一端开有洞孔或螺纹孔，以便于传动轴连接。

所述的一体化内磁转子的磁铁外围包有非磁性的保护管防止永磁体被抛散污染真空环境。

所述的内磁转子同时使用了胶粘和定位法兰两种方法来固定磁体的位置，以提高轴系的连接可靠性；定位法兰可以选择燕尾槽型或 T 形槽型。

优选地，为了保护磁体，转子与定子上的所有磁体表面可镀镍或镀锌。

所述的定子固定压块开有螺纹孔，用来将电机定子和旋转变压器的定子固定在轴系基座上。

所述的轴系基座可分为若干零部件分别加工分布组装在一起，由外壳主体、外壳底部组成。

所述的定、转子之间的间隙要比普通电机之间的间隙要大，需要达到 1.5mm~2.5mm 的间隙。定、转子之间间隙的变化会对电机的性能带来影响。因此比较了不同间隙电机的间隙磁通密度，发现随着间隙的增大，间隙磁密的值逐渐减小，但磁密的正弦性要好。对不同间隙的磁密进行谐波分析，最后综合考虑不同定、转子间隙电机的性能，选择了 2mm 的定、转子间隙，可以发挥电机的最佳性能。

所述的真空隔离套为空心盖状物。尺寸由相对应的旋转变压器的外磁定子和永磁同步电机的外磁定子的尺寸决定。

所述的真空隔离套是薄壁型容器构件，在磁力传动设计中，还必须校核真空隔离套的强度是否足够承受两侧介质的不同压力，以及受压变形量是否满足应用的要求。

所述的真空隔离套可选用非导磁的材料，如玻璃、铜合金、铝合金或不锈钢。以避免改变磁通密度的分布。基于电机内外转子、定子之间间隙宽度的限制，真空隔离套的侧面厚度不宜过大，本发明选为 0.75mm。

所述的真空隔离套与内磁转子之间采用 O 型橡胶圈进行进一步的密封。

所述的真空密封罩可以自由的上下收缩，配合控制上下方向运动的驱动机构，可以带动整个轴系基座沿上下方向运动，从而控制机器人手臂的上下运动。

所述的法兰盘上均开有凹槽，在其中均填有 O 型密封圈用来密封。

根据本发明的另一个方面，还提供一种集成旋转变压器的轴系静态真空隔离方法，包括以下步骤：

步骤 1：设计一种具有磁力直接驱动技术的永磁同步电机作为轴系的驱动部件，该电机由外磁定子和内磁转子组成，定转子之间没有任何接触。外磁定子由旋转电磁场线

圈组成，作为轴系的驱动部件，该线圈通电后，产生旋转磁场驱动被隔离密封套封闭在真空容器中的内磁转子旋转。内磁转子和真空机器人的手臂直接相连，中间无需任何减速机构如齿轮、皮带轮等便能达到带动负载进行运动的目的。外磁定子和内磁转子之间留有一定的空隙，方便进行真空隔离。

步骤 2：设计一种正余弦磁阻式旋转变压器作为电机的位置检测部件，可以实时检测电机转子位置与转速；该旋转变压器由外磁定子和内磁转子组成，定转子之间没有任何接触，与永磁同步电机结构类似；

步骤 3：为了将轴系的动态密封转变成静态密封，由于设计的永磁同步电机与设计的旋转变压器的结构相似和工作原理相似，因此本发明方法提出一种将电机的内磁转子与旋转变压器的内磁转子一体化设计的方法，将电机的内磁转子的端部进行加长，将旋转变压器的内磁转子除去，使得电机和旋转变压器共用一个内磁转子，简化了整个轴系的结构，为轴系的静态真空隔离方法提供了必要条件。

步骤 4：由于内磁转子需要运行于高洁净度的真空环境下，而磁体的表面容易吸附微小的铁磁性微粒，可能污染破坏洁净环境，影响芯片的加工质量。所以设计了一种密封真空隔离套，将整个一体化的电机、旋转变压器的内磁转子封闭在此密封套中，同时限制了磁体径向和轴向的运动，提高了可靠性。

与现有技术相比，通过本发明提供的一种集成旋转变压器的真空静态轴系装置及方法的优点在于：

1. 整个轴系带宽增加，由于取消掉了滚珠丝杠、减速器等中间环节，电机的惯量变小，位置环、速度环的带宽增大，整个轴系的动态响应性能大幅提升。

2. 由于采用了磁力直接驱动技术，没有高速旋转的部件，因此高速旋转部件不平衡带来的振动、噪声也不存在，不但使整个轴系的谐振频率降低，控制对象的静态误差和动态误差都得到了有效的控制。

3. 将伺服系统的中间传输环节取消掉，将直接驱动电机（直接驱动旋转电机或直接驱动直线电机）直接耦合或连接到从动负载上，实现电机轴与负载的刚性耦合，从而实现所谓的“零传动”方式，运转平稳，噪声小。

4. 在转动过程中，真空隔离套将内磁转子与外磁定子隔离开，磁力线穿过真空隔离套将外磁定子的动力与运动传递给内磁转子，化动态密封为无摩擦，无润滑要求的静态密封，从而实现了无接触的“零泄漏”密封传动。

5. 设计简单，结构紧凑，整合了电机和旋转变压器的内磁转子后，系统的体积减少，

同时系统相对简单，节省了开发周期。

6. 采用大间隙的结构能够便于实现转子真空环境与定子大气环境的有效隔离，更加适用于半导体行业。

附图说明

通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述，本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显：

图 1 为本发明的一种实施状态组组装示意图的 A-A 剖面图。

具体实施方式

下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明，但不以任何形式限制本发明。应当指出的是，对本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

下面结合附图对本发明的具体结构和装配作进一步的描述。

如图 1 所示，本发明包括：驱动部件、位置检测部件、轴系基座 1、真空隔离套 4、真空密封罩、法兰盘、传动轴 13。所有这些部件均同轴安装。

驱动部件与位置检测部件集成在一起，包括驱动部件与位置检测部件通过一种轴系静态真空隔离方法实现一体化的装配，统一安装在轴系基座内部；真空隔离套从驱动部件与位置检测部件中间的间隙穿过，从而实现动力从大气环境到真空环境的传递，同时隔离了大气环境和真空环境；法兰盘的下端面通过螺纹孔分别于真空隔离套和轴系基座相连，法兰盘的上端面与传动轴下端相连，从而实现驱动部件带动轴系传动轴同轴旋转的动力传递；真空密封套的下端与轴系基座通过法兰盘相连，真空密封套的上端与传动轴上端通过法兰盘相连；从而可实现多轴零泄漏的轴系真空隔离，从而保证真空机器人的整个轴系能够以静态传动的形式运行于真空环境中。所有这些部件均同轴装配。

驱动部件与位置检测部件一体化同轴安装在轴系基座 1 上，包括：永磁同步电机定子 2、旋转变压器定子 3、电机与旋转变压器一体化转子 8、转子法兰盘 9、定子固定压块 12。本实施例中，电机与旋转变压器一体化转子 8 与转子法兰盘 9 通过螺钉相连，转子法兰盘 9 与轴系基座 1 之间装配有第一滚动轴承 7 和第二滚动轴承 10，两个轴承之间为防止摩擦添加有轴承隔环 11，并通过轴承压盖 17 将第二滚动轴承 10 压紧在轴系基座 1 上；电机定子 2 与旋转变压器定子 3 结构类似，两侧中间均为凸台式设计，目的是能够同轴系基座 1 紧密配合，两个定子上均匀分布有三个螺纹孔，通过定子固定压块 12

固定在轴系基座 1 内侧。电机定子 2 与旋转变压器定子 3 同轴布置，与一体化转子 8 之间形成间隙，方便真空隔离套的安装。所有这些部件均同轴装配。

所述的定、转子之间的间隙要比普通电机之间的间隙要大，需要达到 1.5mm~2.5mm 的间隙。定、转子之间间隙的变化会对电机的性能带来影响。因此比较了不同间隙电机的间隙磁通密度，发现随着间隙的增大，间隙磁密的值逐渐减小，但磁密的正弦性要好。对不同间隙的磁密进行谐波分析，最后综合考虑不同定、转子间隙电机的性能，选择了 2mm 的定、转子间隙，可以发挥电机的最佳性能。

所述的定子固定压块 12 带有止口，起定心和散热的作用。

所述的真空隔离套 4 设计为内部是台阶式的空心盖状物；尺寸由相对应的旋转变压器的电机定子 2、永磁同步电机的旋转变压器定子 3 及一体化转子 8 的尺寸决定；一端打有螺纹孔，固定在轴系基座 1 上，为实现零泄漏，在轴系基座上开有第一环形凹槽，在其中填有第一 O 型密封圈 6。

传动轴 13 的下端面与转子法兰盘 9 通过螺钉固定在一起，传动轴 13 的上端面一直延伸到外部与真空环境相通，延伸的长度可以根据具体的实际需要进行设计。传动轴 13 的上端面开有安装游动滚动轴承 15 的凹槽，游动滚动轴承 15 通过轴承压盖 16 固定在传动轴 13 的上端面；传动轴 13 的上端面则固定有轴系法兰 14。

真空密封罩包括密封罩上法兰 22、密封罩 20、密封罩下法兰 19，密封罩下法兰 19 通过螺钉固定在轴系基座 1 上端面，为了实现零泄漏，在轴系基座 1 上开有环形凹槽，在其中填有第二 O 型密封圈 5；密封罩上法兰 22 通过螺钉固定在传动轴 13 的轴系法兰 14 上，同样的，在密封罩上法兰 22 上开有环形凹槽，在其中填有第三 O 型密封圈 18。真空密封罩 20 可以自由地上下收缩，配合控制上下方向运动的驱动机构，可以带动整个轴系基座沿上下方向运动，从而控制机器人手臂的上下运动。真空密封罩部件进一步隔离了大气环境和真空环境。

上述装置使用时，永磁同步电机的外磁定子上的旋转电磁场线圈通电后产生旋转磁场，利用永磁体的磁力耦合，透过真空隔离套驱动封闭在真空容器中的一体化转子旋转。一方面，转子内部的永磁体形成有效地呈正余弦函数状态分布的气隙磁密，将正余弦输出形式便成为标准旋转变压器输出信号形式，从而在信号绕组中获取按正弦变化的位置信号，进而得到电机转子实时的运动位置与速度。另一方面，由于一体化转子通过一系列紧固部件和密封部件同传动轴固定在一起，而且内部均为真空环境，这样动力可以直接通过传动轴传给外部，传动轴可以同真空机器人的机械手臂（图中未标出）相连，使

其在真空腔室（图中未标出）中运动。

真空隔离套 4 可以做成一体式的，也可分段加工最后组装在一起。

驱动和位置检测部件可选用不同的尺寸规格，便于多轴的最优化设计和同轴的安装布局，简化了结构，降低了成本，并大大地增加了其应用的灵活性，同时也减小了驱动部件与位置检测部件间磁场的耦合效应。

本实施例仅以一种集成旋转变压器的真空静态单轴轴系装置为例，可以配合控制上下方向运动的驱动结构，从而控制真空机器人手臂的上下运动。可以依次结构很方便地拓展为两轴或两轴以上的真空静态轴系装置。

以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是，本发明并不局限于上述特定实施方式，本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改，这并不影响本发明的实质内容。

权利要求书

1、一种集成旋转变压器的静态真空轴系装置，其特征在于，包括：驱动部件、真空密封罩、位置检测部件、轴系基座（1）、真空隔离套（4）、第二 O 型密封圈（5）、第一 O 型密封圈（6）、第一滚动轴承（7）、第二滚动轴承（10）、轴承隔环（11）、传动轴（13）、轴系法兰（14）、游动滚动轴承（15）、轴承压盖（16）、轴承压盖（17）、第三 O 型密封圈（18）；

所述驱动部件包括同轴安装的电机定子（2）、旋转变压器定子（3）、电机与旋转变压器一体化转子（8）、转子法兰盘（9）、定子固定压块（12），其中：电机与旋转变压器一体化转子（8）与转子法兰盘（9）通过螺钉相连，电机定子（2）与旋转变压器定子（3）通过定子固定压块（12）固定在轴系基座（1）内侧，并同轴系基座（1）紧密配合；

所述真空密封罩包括密封罩上法兰（22）、密封罩（20）、密封罩下法兰（19），其中：密封罩下法兰（19）通过螺钉固定在轴系基座（1）上端面，在轴系基座（1）上开有第二环形凹槽，在第二环形凹槽中填有第二 O 型密封圈（5）；密封罩上法兰（22）通过螺钉固定在传动轴（13）的轴系法兰（14）上，在密封罩上法兰（22）上开有第三环形凹槽，在第三环形凹槽中填有第三 O 型密封圈（18），真空密封罩（20）能够自由地上下收缩，配合控制上下方向运动的驱动机构，能够带动整个轴系基座沿上下方向运动；

传动轴（13）的下端面与转子法兰盘（9）通过螺钉固定在一起，传动轴（13）的上端面一直延伸到外部与真空环境相通，传动轴（13）的上端面开有安装游动滚动轴承（15）的凹槽，游动滚动轴承（15）通过轴承压盖（16）固定在传动轴（13）的上端面；传动轴（13）的上端面固定有轴系法兰（14），转子法兰盘（9）与轴系基座（1）之间装配有第一滚动轴承（7）和第二滚动轴承（10），第一滚动轴承（7）和第二滚动轴承（10）之间添加有轴承隔环（11），轴承压盖（17）将第二滚动轴承（10）压紧在轴系基座（1）上，所述的真空隔离套（4）的内部是台阶式的空心盖状物，真空隔离套（4）的一端打有螺纹孔，固定在轴系基座（1）上，在轴系基座（1）上开有第一环形凹槽，在第一环形凹槽中填有第一 O 型密封圈（6），电机定子（2）和旋转变压器定子（3）均与电机与旋转变压器一体化转子（8）之间形成间隙，真空隔离套（4）从所述间隙穿过将电机与旋转变压器一体化转子（8）隔离于电机定子（2）和旋转变压器定子（3）。

2、根据权利要求 1 所述的集成旋转变压器的静态真空轴系装置，其特征在于，电机定子（2）与旋转变压器定子（3）的两侧中间均为凸台式结构。

3、根据权利要求 1 所述的集成旋转变压器的静态真空轴系装置，其特征在于，电机定子（2）和电机与旋转变压器一体化转子（8）之间的间隙、以及旋转变压器定子（3）和电机与旋转变压器一体化转子（8）之间的间隙，均为 1.5mm~2.5mm。

4、根据权利要求 3 所述的集成旋转变压器的静态真空轴系装置，其特征在于，电机定子（2）和电机与旋转变压器一体化转子（8）之间的间隙、以及旋转变压器定子（3）和电机与旋转变压器一体化转子（8）之间的间隙，均为 2mm。

5、根据权利要求 1 所述的集成旋转变压器的静态真空轴系装置，其特征在于，所述电机与旋转变压器一体化转子采用中空结构的设计，该中空结构用于使配线能够从轴系的中间穿过。

6、根据权利要求 1 所述的集成旋转变压器的静态真空轴系装置，其特征在于，所述电机与旋转变压器一体化转子的磁铁外围包有非磁性的保护管。

7、根据权利要求 1 所述的集成旋转变压器的静态真空轴系装置，其特征在于，所述电机与旋转变压器一体化转子同时使用胶粘和定位法兰两种方法来固定磁体的位置。

8、根据权利要求 1 所述的集成旋转变压器的静态真空轴系装置，其特征在于，所述电机与旋转变压器一体化转子、电机定子、以及旋转变压器定子的所有磁体表面可镀镍或镀锌。

9、根据权利要求 1 所述的集成旋转变压器的静态真空轴系装置，其特征在于，所述真空隔离套采用非导磁的材料。

10、根据权利要求 1 所述的集成旋转变压器的静态真空轴系装置，其特征在于，旋转变压器的原、副绕组均分布在旋转变压器定子侧。

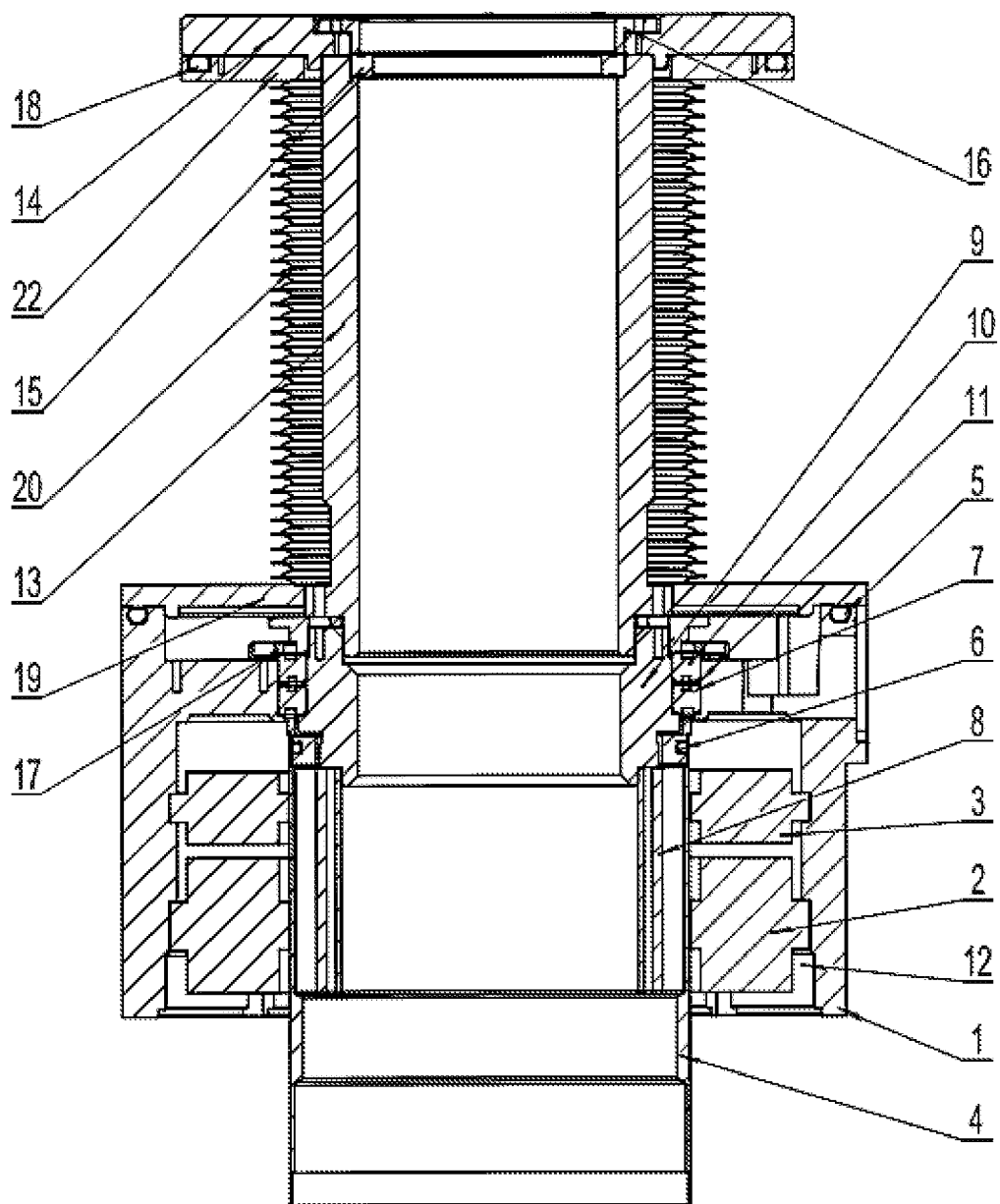


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/087398

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: B25J 9/-; F16J 15/16; H02K 7/08; H02K 11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

VEN, CNABS, CNKI: robot, arm, vacuum, seal, transformer, drive, motor, rotor, stator, transmission, shaft

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	CN103192384A (UNIV SHANGHAI JIAOTONG) 10 July 2013(10.07.2013) see claims 1 to 10 and figure 1	1-10
A	CN 100584546 C (ULVAC CORP.) 27 January 2010 (27.01.2010) see description, page 8, line 20 to page 11, line 5 and figures 1-5	1-10
A	EP 1006565 A2 (SHINMAYWA IND LTD et al.) 07 June 2000 (07.06.2000) see the whole document	1-10
A	JP 2000069741 A (KOMATSU MFG CO LTD) 03 March 2000 (03.03.2000) see the whole document	1-10
A	CN 102152318 A (PLASMA PHYSICS INST CHINESE ACAD SCI) 17 August 2011 (17.08.2011) see the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&"document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 13 January 2014 (13.01.2014)	Date of mailing of the international search report 20 February 2014 (20.02.2014)
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer SUN, Li Telephone No. (86-10) 62085456

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/087398

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103192384 A	10.07.2013	None	
CN 100584546 C	27.01.2010	US 2005286993 A1	29.12.2005
		JP 2006013371 A	12.01.2006
		CN 1715007 A	04.01.2006
		KR 20060049652 A	19.05.2006
		TW 200603965 A	01.02.2006
		US 7645112 B2	12.01.2010
		JP 4732716 B2	27.07.2011
		KR 120005754 B1	28.11.2012
		TWI 371357 B	01.09.2012
EP 1006565 A2	07.06.2000	JP 2000167792 A	20.06.2000
		US 6363808 B1	02.04.2002
		US 6543306 B1	08.04.2003
		US 2003110878 A1	19.06.2003
		US 6755092 B2	29.06.2004
JP 2000069741 A	03.03.2000	None	
CN 102152318 A	17.08.2011	CN 102152318 B	11.07.2012

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/087398

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25 J 9/12 (2006.01) i

F16J 15/16 (2006.01) i

H02K 7/08 (2006.01) i

H02K 11/00 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2013/087398

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: B25J 9/-; F16J 15/16; H02K 7/08; H02K 11/00

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

VEN,CNABS,CNKI: 机器人,机械臂,真空,密封,变压器,驱动,电机,转子,定子,传动轴 robot,arm,vacuum,seal, transformer,drive,motor,rotor,stator,transmission,shaft

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
P,X	CN103192384A (上海交通大学) 10.7 月 2013(10.07.2013) 参见权利要求 1-10 以及附图 1	1-10
A	CN100584546C (株式会社爱发科) 27.1 月 2010(27.01.2010) 参见说明书第 8 页第 20 行至第 11 页第 5 行以及附图 1-5	1-10
A	EP1006565A2 (SHINMAYWA IND LTD 等) 07.6 月 2000(07.06.2000) 参见全文	1-10
A	JP2000069741A (KOMATSU MFG CO LTD) 03.3 月 2000(03.03.2000) 参见全文	1-10
A	CN102152318A (中国科学院等离子体物理研究所) 17.8 月 2011(17.08.2011) 参见全文	1-10

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期
13.1 月 2014(13.01.2014)

国际检索报告邮寄日期
20.2 月 2014 (20.02.2014)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:
中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088
传真号: (86-10)62019451

受权官员

孙力
电话号码: (86-10) **62085456**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/087398

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN103192384A	10.07.2013	无	
CN100584546C	27.01.2010	US2005286993A1	29.12.2005
		JP2006013371A	12.01.2006
		CN1715007A	04.01.2006
		KR20060049652A	19.05.2006
		TW200603965A	01.02.2006
		US7645112B2	12.01.2010
		JP4732716B2	27.07.2011
		KR120005754B1	28.11.2012
		TWI371357B	01.09.2012
EP1006565A2	07.06.2000	JP2000167792A	20.06.2000
		US6363808B1	02.04.2002
		US6543306B1	08.04.2003
		US2003110878A1	19.06.2003
		US6755092B2	29.06.2004
JP2000069741A	03.03.2000	无	
CN102152318A	17.08.2011	CN102152318B	11.07.2012

A. 主题的分类

B25J 9/12 (2006.01) i

F16J 15/16 (2006.01) i

H02K 7/08 (2006.01) i

H02K 11/00 (2006.01) i