

# (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  
2022年10月6日 (06.10.2022)



(10) 国际公布号  
**WO 2022/204869 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*A61B 34/30* (2016.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/083562
- (22) 国际申请日: 2021年3月29日 (29.03.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 深圳高性能医疗器械国家研究院有限公司(NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED MEDICAL DEVICES, SHENZHEN) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙华区观澜街道新澜社区观光路1301-76号银星智界二期1号楼A101, Guangdong 518000 (CN)。
- (72) 发明人: 郑海荣(ZHENG, Hairong); 中国广东省深圳市龙华区观澜街道新澜社区观光路1301-76号银星智界二期1号楼A101, Guangdong 518000 (CN)。周寿军(ZHOU, Shoujun); 中国广东省深圳市龙华区观澜街道新澜社区观光路1301-76号银星智界二期1号楼A101, Guangdong 518000 (CN)。温铁祥(WEN, Tixiang); 中国广东省深圳

市龙华区观澜街道新澜社区观光路1301-76号银星智界二期1号楼A101, Guangdong 518000 (CN)。  
林晓峰(LIN, Xiaofeng); 中国广东省深圳市龙华区观澜街道新澜社区观光路1301-76号银星智界二期1号楼A101, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 北京市诚辉律师事务所(BEIJING CHENGHUI LAW FIRM); 中国北京市朝阳区朝阳北路99号楼2单元905, Beijing 100123 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: FORCE FEEDBACK APPARATUS, AND APPLICATION THEREOF

(54) 发明名称: 一种力反馈装置及其应用

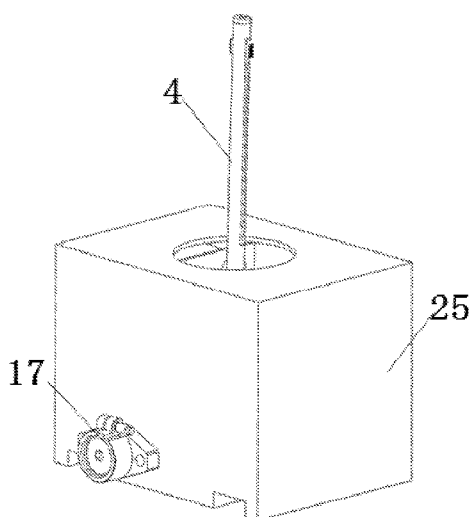


图1

(57) Abstract: A force feedback apparatus, comprising a first coil group (1) and a second coil group (2), which are arranged perpendicular to each other, wherein a permanent magnet (3) is arranged in a space formed by the first coil group (1) and the second coil group (2), the permanent magnet (3) is arranged in a joystick (4), and the permanent magnet (3) is fixedly connected to the joystick (4). When two groups of coils simultaneously generate magnetic fields acting on the permanent magnet (3), torques in different directions can be synthesized according to the respective magnitude of the magnetic fields. Since the permanent magnet (3) and the joystick (4) are fixed to each other, the torques applied to the permanent magnet (3) can be directly transferred to the joystick (4), so as to be fed back to a hand of an operator.

(57) 摘要: 一种力反馈装置, 包括相互垂直设置的第一线圈组(1)和第二线圈组(2), 第一线圈组(1)与第二线圈组(2)形成的空间内设置有永磁体(3), 永磁体(3)设置于操纵杆(4)内, 永磁体(3)与操纵杆(4)固定连接。当两组线圈同时产生磁场并作用在永磁体(3)上时, 根据磁场分别的大小可以合成出不同方向的扭矩。由于永磁体(3)和操纵杆(4)相互固定, 在永磁体(3)上施加的扭矩会直接转移到操纵杆(4), 从而反馈到操作者的手上。

WO 2022/204869 A1

(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, ST, 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, 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))。

## 一种力反馈装置及其应用

### 技术领域

本申请属于交互设备技术领域，特别是涉及一种力反馈装置及其应用。

### 背景技术

所谓力反馈（Force Feedback），本来是应用于军事上的一种虚拟现实技术，它利用机械表现出的反作用力，将游戏数据通过力反馈设备表现出来，可以让用户身临其境地体验游戏中的各种效果。适用于虚拟会议、虚拟模型、维持路径规划、多媒体和分子模型化等诸多应用领域。力反馈技术能将游戏中的数据转化成用户可以感觉到的效果，例如道路上的颠簸或者转动方向盘感受到的反作用力，这些效果都是力反馈控制芯片“播放”出来的。

力反馈技术用于再现人对环境力觉的感知。在人的五大感官中力觉或触觉是人体感官中唯一具有双向传递信息能力的信息载体。借助于力觉交互设备，人们可以真实的按照人类的肢体语言进行人机自然互动和信息交流，通过应用力反馈设备，可以获得和触摸实际物体时相同的运动感，从而产生更真实的沉浸感。

力反馈装置则需要模拟真实物体受力以及产生反作用力的物理过程，一方面获取人通过短棒向虚拟物体施力状态信息，比如位置或着力的信息，同时利用反应被接触物体物理属性的参考模型计算其在接触或发生形变或可能产生的反作用力的大小和方向，由此产生力控信号，并通过装置中的执行器计算出来的反馈力作用到人手，从而在虚拟环境下实现触觉真实物体的触觉再现。

现有的力反馈装置无法满足穿刺手术的操纵自由度要求。同时由于结构复杂和自由度冗余，成本相对来说会比较高，不利于推广应用。

### 发明内容

#### 1.要解决的技术问题

基于现有的力反馈装置无法满足穿刺手术的操纵自由度要求。同时由于结构复杂和自由度冗余，成本相对来说会比较高，不利于推广应用的问题，本申请提供了一种力反馈装置及其应用。

#### 2.技术方案

为了达到上述的目的，本申请提供了一种力反馈装置，包括相互垂直设置的第一线圈组和第二线圈组，所述第一线圈组与所述第二线圈组形成的空间内设置有永磁体，所述永磁体设置于操纵杆内，所述永磁体与所述操纵杆固定连接。

本申请提供的另一种实施方式为：所述永磁体包括长轴，所述第一线圈组包括第一轴心线，所述第二线圈组包括第二轴心线，所述第一轴心线与所述第二轴心线形成轴心面，所述长轴初始位置与所述轴心面垂直，所述永磁体可绕所述第一轴心线旋转摆动，所述永磁体可绕所述第二轴心线旋转摆动，所述摆动通过万向节组件实现。

本申请提供的另一种实施方式为：所述万向节组件包括第一万向节部件，所述第一万向节部件通过第一轴承与骨架连接，所述第一万向节部件与第一编码器固定连接，第二万向节部件通过所述第二轴承固定于所述第一万向节部件上，所述第二万向节部件可在所述第一万向节部件上自由旋转，所述第二万向节部件上设置有传动带，所述传动带与第二编码器连接，所述第二编码器固定于所述第一万向节部件上。

本申请提供的另一种实施方式为：所述操纵杆包括第一管道，所述第一管道内设置有导向柱，所述导向柱与指板/指板副固定连接，所述导向柱与传动绳连接，所述传动绳穿过所述永磁体与力加载组件连接。

本申请提供的另一种实施方式为：所述力加载组件包括依次连接的卷簧、第一联轴器、磁滞制动器和卷线筒，所述卷线筒通过第二联轴器与第三编码器连接，所述传动绳通过第一引线组件和第二引线组件与所述卷线筒连接。

本申请提供的另一种实施方式为：所述第一线圈组设置于所述骨架上，所述第二线圈组设置于所述骨架上，所述骨架设置于基座内，所述操纵杆穿过所述基座，所述卷簧设置于所述基座上。

本申请提供的另一种实施方式为：所述操纵杆包括穿刺连接管道，所述穿刺连接管道设置于所述第一管道外部，所述第一管道为特氟龙管道。

本申请提供的另一种实施方式为：所述永磁体为空心圆柱型。

本申请还提供一种力反馈装置的应用，将所述的力反馈装置应用于穿刺机器人。

本申请提供的另一种实施方式为：所述力反馈装置与机器人通信连接，所述机器人与主手端通信连接。

### 3.有益效果

与现有技术相比，本申请提供的力反馈装置及其应用的有益效果在于：

本申请提供的力反馈装置，为基于亥姆霍兹线圈磁场的力反馈设备。

本申请提供的力反馈装置，使用两组亥姆霍兹线圈和一个永磁体来对操纵杆施加两个方向的扭矩。永磁体在两组线圈的内径中，当给线圈施加激励电流时可以让线圈产生磁场，这样的均匀单向磁场可以让永磁体产生相应方向的扭矩。若控制电流的大小则可以控制磁场强

度，从而改变扭矩的大小。当两组线圈同时产生磁场并作用在永磁体上时，根据磁场分别的大小可以合成出不同方向的扭矩。由于永磁体和操纵杆相互固定，在永磁体上施加的扭矩会直接转移给操纵杆，从而反馈到操作者的手上。

本申请提供的力反馈装置，采用的是长操纵杆的结构设计。该操纵杆初始位置垂直向上，符合穿刺手术中的一般情况，能让操作者更容易上手该装置的操作流程。

本申请提供的力反馈装置，其操纵杆的长度使得指板/指板副拥有较长的运动行程（大于15厘米）。在操纵者执行穿刺动作的时候，可以在该力反馈装置的单次行程中完成一个完整的穿刺动作，而无需短行程多次重复操作。

本申请提供的力反馈装置的应用，能够在完成手术所需基本自由度要求下为操作附加力反馈的功能，同时降低了制造该类设备的成本，也有利于降低整个穿刺手术机器人系统解决方案的成本。这间接促进了相关行业的从业者推出更加物美价廉的机器人方案，普及此类机器人辅助手术的手术模式。

## 附图说明

图1是本申请的力反馈装置结构示意图；

图2是本申请的力反馈装置内部结构示意图；

图3是本申请的力反馈装置半剖结构示意图；

图4是本申请的操纵杆结构示意图；

图5是本申请的操纵杆结构第二示意图；

图6是本申请的穿刺主手端系统示意图；

图7是本申请的力反馈原理示意图；

图8是本申请的力反馈控制原理示意图；

图中：1-第一线圈组、2-第二线圈组、3-永磁体、4-操纵杆、5-第一万向节部件、6-第一轴承、7-骨架、8-第一编码器、9-第二万向节部件、10-第二轴承、11-传动带、12-第二编码器、13-第一管道、14-导向柱、15-指板/指板副、16-传动绳、17-卷簧、18-第一联轴器、19-磁滞制动器、20-卷线筒、21-第二联轴器、22-第三编码器、23-第一引线组件、24-第二引线组件、25-基座、26-穿刺连接管道。

## 具体实施方式

在下文中，将参考附图对本申请的具体实施例进行详细地描述，依照这些详细的描述，所属领域技术人员能够清楚地理解本申请，并能够实施本申请。在不违背本申请原理的情况下，各个不同的实施例中的特征可以进行组合以获得新的实施方式，或者替代某些实施例中

的某些特征，获得其它优选的实施方式。

力反馈实现的原理就是通过感知人的行为模拟出相应的力、震动或被动的运动，反馈给使用者，这种机械上的刺激可以帮助我们从小力觉触觉上感受到虚拟环境中的物体，可以更加真实地体验到力反馈设备反馈给操作者的力及力矩的信息，使操作者能感收到作用力。

触觉的再现是一个力反馈的过程，通过利用由计算机控制的机械装置，及力反馈装置，或触觉交互装置来实现。力反馈装置通过驱动装置向使用者输出反馈的作用力，将真实物体被接触或被受力时的状态以力的形式再现到人的手或肢体上来实现力觉的交互。

从结构上划分，力反馈系统主要有用户、力反馈装置、和主计算机和前端机器人组成。其中，力反馈装置是连接用户和工作环境的桥梁，他的主要功能一方面是利用传感器测量用户在使用个过程中的运动和位置信息，并将其实时传送给主计算机；另一方面，接收来自主计算机的力觉或运动信号，通过执行器件将产生的力感反馈给用户。主计算机主要用来生成环境中的三维视觉图像，同时完成力觉与触觉的计算，实现与用户操作的实时交互。

由于力反馈的出现，在虚拟现实技术中交互设备从听觉、视觉扩展到了力觉方面。力反馈技术被广泛应用到医疗，航空行天技术，纳米技术、培训以及娱乐等方面。

参见图 1~8，本申请提供一种力反馈装置，包括相互垂直设置的第一线圈组 1 和第二线圈组 2，所述第一线圈组 1 与所述第二线圈组 2 形成的空间内设置有永磁体 3，所述永磁体 3 设置于操纵杆 4 内，所述永磁体 3 与所述操纵杆 4 固定连接。

该设备使用两组亥姆霍兹线圈和一个永磁体 3 来对操纵杆施加两个方向的扭矩。线圈、永磁体 3 的关系必须符合如图附 8 所示的关系，即两组线圈相对呈 90 度放置，永磁体 3 整个部件应位于均匀磁场的范围（即小线圈的内径中）。永磁体 3 需为空心圆柱型，其长轴初始位置与两组线圈的轴心线垂直，并可以绕着两轴心线旋转摆动，此处使用万向节的结构来实现摆动的。永磁体 3 固定在操纵杆内，与操纵杆共同运动。

永磁体 3 在两组线圈的内径中，当给线圈施加激励电流时可以让线圈产生磁场，这样的均匀单向磁场可以让永磁体 3 产生相应方向的扭矩。若控制电流的大小则可以控制磁场强度，从而改变扭矩的大小。当两组线圈同时产生磁场并作用在永磁体 3 上时，根据磁场分别的大小可以合成出不同方向的扭矩。具体的系统运行原理如图 7 所示。由于永磁体 3 和操纵杆 4 相互固定，在永磁体 3 上施加的扭矩会直接转移给操纵杆 4，从而反馈到操作者的手上。

进一步地，所述永磁体 3 包括长轴，所述第一线圈组 1 包括第一轴心线，所述第二线圈组 2 包括第二轴心线，所述第一轴心线与所述第二轴心线形成轴心面，所述长轴初始位置与所述轴心面垂直，所述永磁体 3 可绕所述第一轴心线旋转摆动，所述永磁体 3 可绕所述第二

轴心线旋转摆动，所述摆动通过万向节组件实现。

进一步地，所述万向节组件包括第一万向节部件 5，所述第一万向节部件 5 通过第一轴承 6 与骨架 7 连接，所述第一万向节部件 5 与第一编码器 8 固定连接，第二万向节部件 9 通过所述第二轴承 10 固定于所述第一万向节部件 5 上，所述第二万向节部件 9 可在所述第一万向节部件 5 上自由旋转，所述第二万向节部件 9 上设置有传动带 11，所述传动带 11 与第二编码器 12 连接，所述第二编码器 12 固定于所述第一万向节部件 5 上。

第一编码器 8 的轴通过联轴器和第一万向节部件 5 相互固定，当第一万向节部件 5 旋转时也会同步旋转，从而测得第一万向节部件 5 旋转的角度。

进一步地，所述操纵杆 4 包括第一管道 13，所述第一管道 13 内设置有导向柱 14，所述导向柱 14 与指板/指板副 15 固定连接，所述导向柱 14 与传动绳 16 连接，所述传动绳 16 穿过所述永磁体 3 与力加载组件连接。

图 4 是操纵杆 4 部分及其相关结构的示意图，展示了操纵杆 4 内部线传动的布置设计。如图，导向柱 14 位于第一管道 13 即特氟龙管道内部，与指板/指板副 15 相固定。传动绳 16 缠绕在导向柱 14 上方的柱状槽中，与该结构相连，并绕后从走线槽下去直至穿过永磁体 3，其中永磁体 3 为空心圆柱体。

进一步地，所述力加载组件包括依次连接的卷簧 17、第一联轴器 18、磁滞制动器 19 和卷线筒 20，所述卷线筒 20 通过第二联轴器 21 与第三编码器 22 连接，所述传动绳 16 通过第一引线组件 23 和第二引线组件 24 与所述卷线筒 20 连接。

图 5 为底部结构的侧向示意图，展示了传动绳 16 从下方出来后所经过的一系列结构。传动绳 16 在穿过永磁体 3 后，通过第一引线组件 23 和第二引线组件 24 进换向到达卷线筒 20。图中卷簧 17、第一联轴器 18、磁滞制动器 19、卷线筒 20 共同构成线传动的力加载组件。装置可以通过控制磁滞制动器 19 的电流大小来控制其加载力，从而改变传动绳 16 的张力大小来施加相应的力反馈。

其中磁滞制动器 19 的左输出轴通过第一联轴器 18 和卷簧 17 的输出轴相连，卷线筒 20 固定在磁滞制动器 19 的右输出轴上，第三编码器 22 的测量轴通过第二联轴器 21 和磁滞制动器 19 的右输出轴相连。装置可以通过控制磁滞制动器 19 的电流大小来控制其加载力，从而改变传动绳 16 的张力大小来施加相应的力反馈。卷簧 17 的作用是抵消磁滞制动器 19 的部分摩擦力矩。

磁滞制动器 19 单独为一个可以采购的部件，一种利用磁滞原理的力矩控制部件。

医生可以通过摆动操纵杆 4 来将其设置到期望的位置，再通过图 2 中所示的指板/指板副

15 部件来进行穿刺操纵。其中杆的姿态是通过图 4 中的第一编码器 8 和第二编码器 12 获得的，穿刺的指板/指板副 15 所在的位置是通过线传动，由图 5 中的第三编码器 22 获得的。

在医生摆动操纵杆 4 的过程中，摆动的反馈力是通过磁场作用在安装在操纵杆 4 内部的永磁体 3 的磁场力来施加的。穿刺过程中的力则是通过图 5 中的磁滞制动器 19 来施加的。

使用了线传动原理和磁滞制动器 19 来对穿刺过程施加阻力。两个方向的旋转和穿刺均配置有编码器，能够实时反馈操纵杆 4 的姿态和指板 15 的位置。该设备可以获取在医生控制下的操纵杆 4 上的姿态信息并将其发送给机器人端，从而使机器人按照操纵杆 4 的姿态来进行相应的运动；机器人在运动或穿刺过程中产生的力觉信息会发送给主手端，通过改变电流大小来控制磁滞制动器 19 的加载力和线圈产生的磁场强度，从而调整对操纵杆 4 施加的力大小，最终实现对操作者的力觉临场感重现。

进一步地，所述第一线圈组 1 设置于所述骨架 7 上，所述第二线圈组 2 设置于所述骨架 7 上，所述骨架 7 设置于基座 25 内，所述操纵杆 4 穿过所述基座 25，所述卷簧 17 设置于所述基座 25 上。

进一步地，所述操纵杆 4 包括穿刺连接管道 26，所述穿刺连接管道 26 设置于所述第一管道 13 外部，所述第一管道 13 为特氟龙管道。

进一步地，所述永磁体 3 为空心圆柱型。

本申请提出了一个基于亥姆霍兹线圈磁场的力反馈设备，如图 1 所示。医生可以通过摆动操纵杆 4 来将其设置到期望的位置，再通过图 2 中所示的指板/指板副 15 部件来进行穿刺。其中杆的姿态是通过图 4 中的第一编码器 8 和第二编码器 12 获得的，穿刺的指板/指板副 15 所在的位置是通过线传动，由图 5 中的第三编码器 22 获得的。在医生摆动操纵杆 4 的过程中，摆动的反馈力是通过磁场作用在安装在操纵杆 4 内部的永磁体 3 的磁场力来施加的。穿刺过程中的力则是通过图 5 中的磁滞制动器 19 来施加的。

电子器件之间的关系相互独立，机械结构之间的关系请参考后面的图片描述。

图 1 是设备的外形图。可以看到该设备下半部分是基座 25，大部分的结构都位于基座 25 里面。基座 25 的上方是操纵杆 4，操作者可以通过该操纵杆 4 来进行力反馈控制。卷簧 17 及其支座被安装在基座 25 上，其功能是提供预紧力以抵消图 5 所示线传动中的磁滞制动器 19 中未通电下自带的摩擦力。

操作时，操作者单手捏持图 2 所示的指板/指板副 15，摆动操纵杆 4，并在合适的角度下拉指板，即可完成穿刺过程的动作。

摆动操纵杆 4 时会带动万向节的转动，该转动可通过分别固定的编码器捕捉到，从而能

测量操纵杆摆动后的姿态信息。

图 2 是去掉图 1 中基座 25 的结构图。左图中可以看出在骨架 7 上安装有两组线圈，分别可以产生两个方向的亥姆霍兹磁场。其磁场强度可以通过控制通过线圈的电流大小来加以调节，通过两个磁场的向量合成可以给中间的永磁体 3 产生平面上任意方向的合成磁场。从而产生相应的扭矩。第一管道 13 即特氟龙管的设计是为了降低指板/指板副 15 在管道以及传动线在走线槽中滑动的摩擦力。

图 3 是图 1 中基座 25 的半剖视图，展现了骨架 7 内部的结构。如图，穿刺连接管道 26 和第二万向节部件 9 是螺纹连接的。第一轴承 6、第一万向节部件 5、第二万向节部件 9、第二轴承 10、第二编码器 12、传动带 11 共同组成一个万向节。第一万向节部件 5 通过第一轴承 6 与骨架 7 连接，同时也通过一根光杆和联轴器与第一编码器 8 的轴相互固定。第二万向节部件 9 通过轴承固定在第一万向节部件 5 上，可以在第一万向节部件 5 上自由旋转。图 5 中展示了传动带 11 和第一万向节部件 5 的连接关系。当第二万向节部件 9 相对于第一万向节部件 5 发生旋转时，这个角位移将会带动传动带 11 一起旋转，而传动带 11 的另一端是与第二编码器 12 测量轴上的一个槽轮相连接的，所以会带动该测量轴一起发生相应角位移，从而成功测得第二万向节部件 9 的旋转角度。其中第二编码器 12 固定在第一万向节部件 5 上。该万向节的两个转动角度可通过第一编码器 8 和第二编码器 12 测得。

本申请还提供一种力反馈装置的应用，将所述的力反馈装置应用于穿刺机器人。

进一步地，所述力反馈装置与机器人通信连接，所述机器人与主手端通信连接。

该设备作为主从操作系统的主端设备需要与从端机器人配合使用。如图 6 所示，该设备可以和另一个三自由度空间操纵设备（比如 Omega.3）一起来控制一个六自由度穿刺机器人。其中机器人的三轴平移用的三自由度操纵设备来控制，该设备可以不具备力反馈；穿刺机构的姿态调整和穿刺使用的是本申请所提出的设备。操作时，操作者单手捏持图 2 所示的 13 指板/指板副，摆动操纵杆，并在合适的角度下拉指板，即可完成穿刺过程的动作。

穿刺主手端由两个模块组成，分别是一个三自由度的 Omega.3 和基于亥姆霍兹磁场和磁滞制动器的穿刺操纵装置。Omega.3 提供了三个自由度的操纵，两个方向的摇摆控制三轴悬臂移动模组的 x-y 轴方向运动，摇杆的旋转自由度控制穿刺针的旋转。

对于从端执行机构而言，从端的树莓派接受来自主手端的位置及姿态信号并向执行器（电机）输出指令以使得执行机构到达期望的位置。当进行穿刺动作时，穿刺针所受到的推送阻力和扭矩会被传感器采集并发送给主手端。主手端对这个信号进行处理，并映射到线圈和磁滞制动器 19 的激励电流上，使线圈和磁滞制动器 19 产生期望的加载力，反馈给主手端。

如今越来越多研究团队关注并提出了各式各样的穿刺机器人系统。传统的人工操作的穿刺手术中，穿刺的定位精度往往取决于医生的经验水平。即便是有经验的医师，由于软组织的变形和呼吸运动的干扰下，也难以很好地保证稳定的穿刺高精度。这些机器人系统一般是被设计来用于辅助医生进行微创穿刺介入手术如穿刺消融、活检和放射性粒子植入等疗法。由于机器人的结构稳定，它们能在操作多次手术后仍然能够给医生提供稳定的高精度的穿刺定位操作和影像导航，这也有助于减轻术中创伤和缩短预后恢复。

尽管在上文中参考特定的实施例对本申请进行了描述，但是所属领域技术人员应当理解，在本申请公开的原理和范围内，可以针对本申请公开的配置和细节做出许多修改。本申请的保护范围由所附的权利要求来确定，并且权利要求意在涵盖权利要求中技术特征的等同物文字意义或范围所包含的全部修改。

## 权 利 要 求 书

1、一种力反馈装置，其特征在于：包括相互垂直设置的第一线圈组和第二线圈组，所述第一线圈组与所述第二线圈组形成的空间内设置有永磁体，所述永磁体设置于操纵杆内，所述永磁体与所述操纵杆固定连接。

2、如权利要求1所述的力反馈装置，其特征在于：所述永磁体包括长轴，所述第一线圈组包括第一轴心线，所述第二线圈组包括第二轴心线，所述第一轴心线与所述第二轴心线形成轴心面，所述长轴初始位置与所述轴心面垂直，所述永磁体可绕所述第一轴心线旋转摆动，所述永磁体可绕所述第二轴心线旋转摆动，所述摆动通过万向节组件实现。

3、如权利要求2所述的力反馈装置，其特征在于：所述万向节组件包括第一万向节部件，所述第一万向节部件通过第一轴承与骨架连接，所述第一万向节部件与第一编码器固定连接，第二万向节部件通过所述第二轴承固定于所述第一万向节部件上，所述第二万向节部件可在所述第一万向节部件上自由旋转，所述第二万向节部件上设置有传动带，所述传动带与第二编码器连接，所述第二编码器固定于所述第一万向节部件上。

4、如权利要求1所述的力反馈装置，其特征在于：所述操纵杆包括第一管道，所述第一管道内设置有导向柱，所述导向柱与指板/指板副固定连接，所述导向柱与传动绳连接，所述传动绳穿过所述永磁体与力加载组件连接。

5、如权利要求4所述的力反馈装置，其特征在于：所述力加载组件包括依次连接的卷簧、第一联轴器、磁滞制动器和卷线筒，所述卷线筒通过第二联轴器与第三编码器连接，所述传动绳通过第一引线组件和第二引线组件与所述卷线筒连接。

6、如权利要求5所述的力反馈装置，其特征在于：所述第一线圈组设置于所述骨架上，所述第二线圈组设置于所述骨架上，所述骨架设置于基座内，所述操纵杆穿过所述基座，所述卷簧设置于所述基座上。

7、如权利要求5所述的力反馈装置，其特征在于：所述操纵杆包括穿刺连接管道，所述穿刺连接管道设置于所述第一管道外部，所述第一管道为特氟龙管道。

8、如权利要求1~7中任一项所述的力反馈装置，其特征在于：所述永磁体为空心圆柱型。

9、一种力反馈装置的应用，其特征在于：将权利要求1~8中任一项所述的力反馈装置应用于穿刺机器人。

10、如权利要求1所述的力反馈装置，其特征在于：所述力反馈装置与机器人通信连接，所述机器人与主手端通信连接。

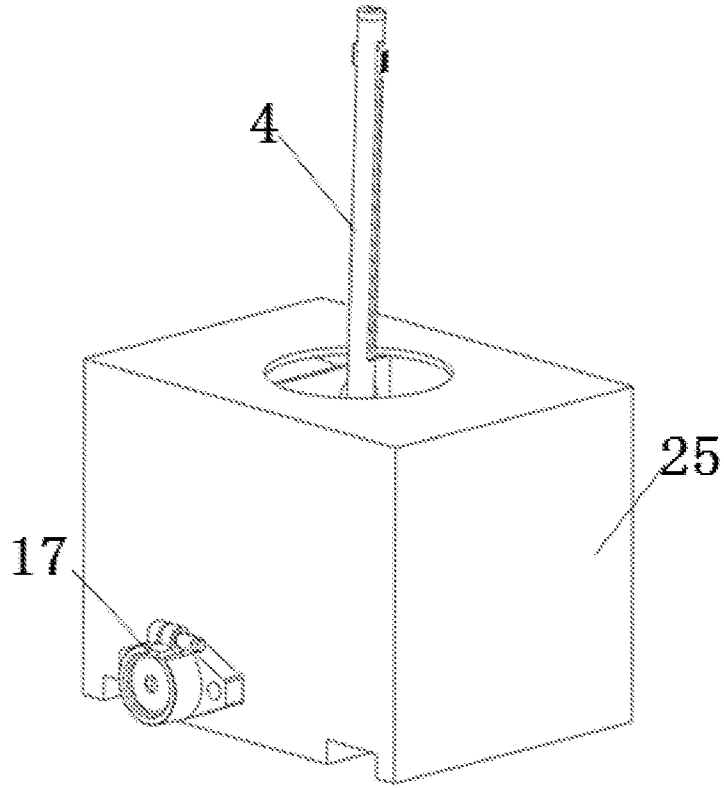


图 1

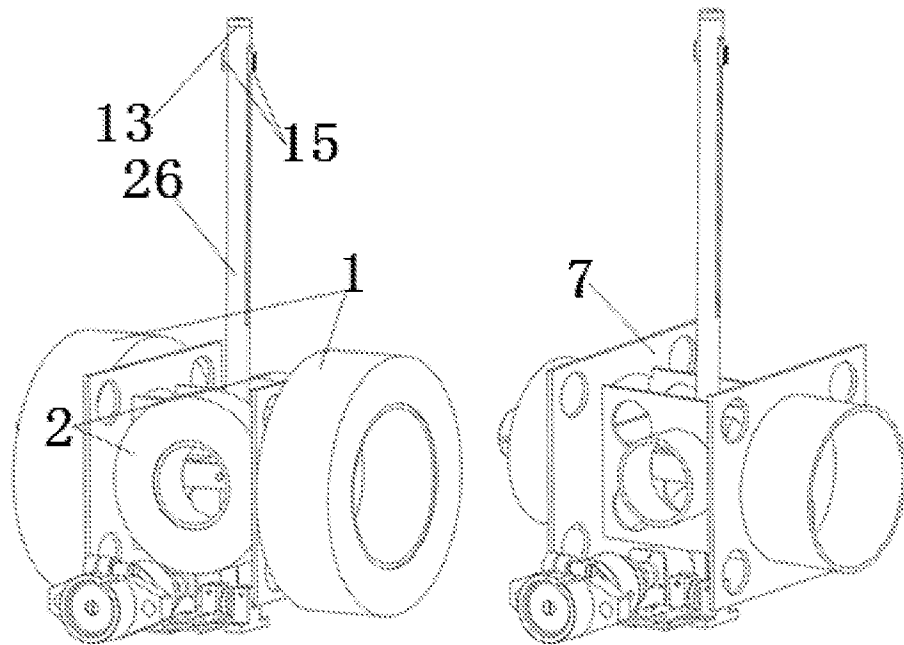


图 2

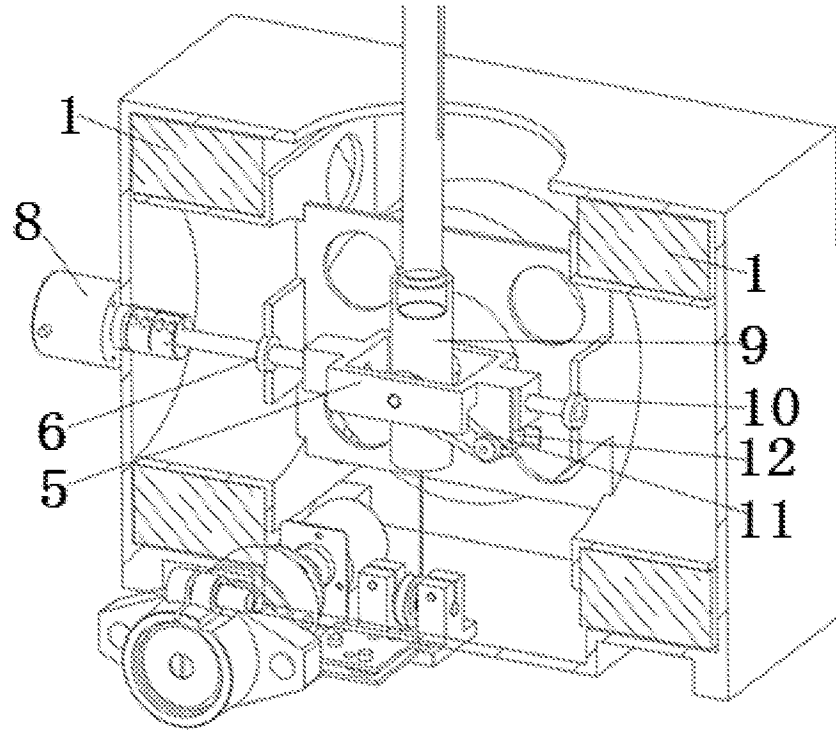


图 3

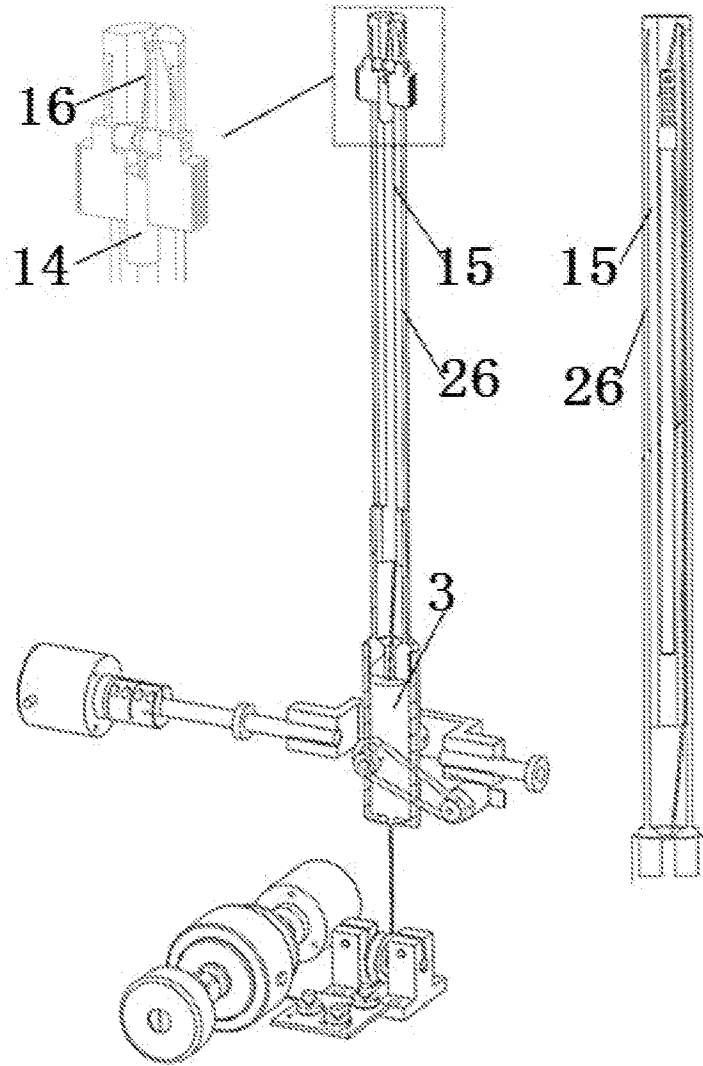


图 4

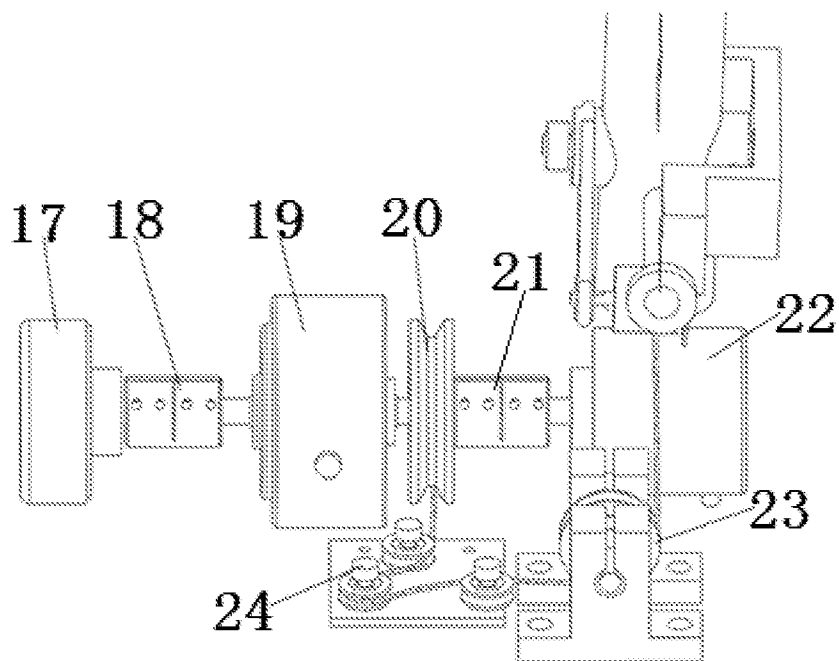


图 5

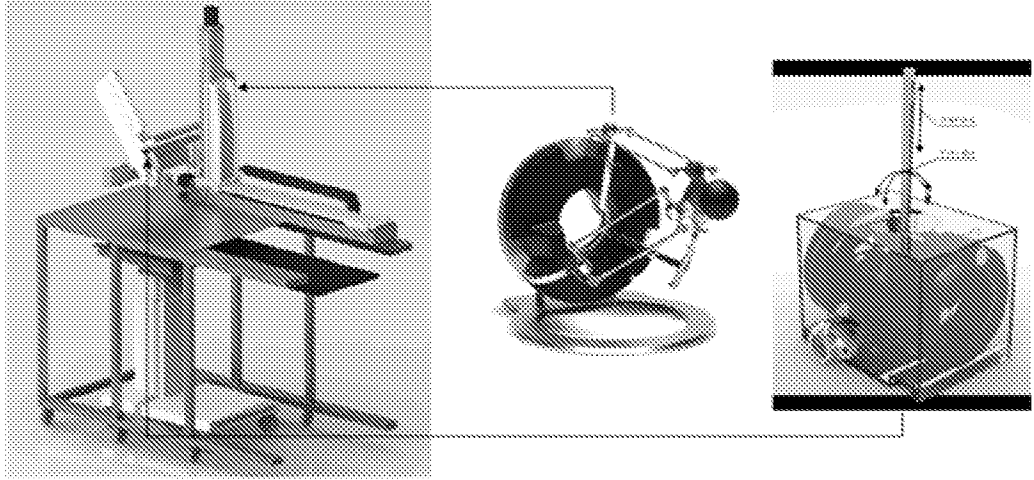


图 6

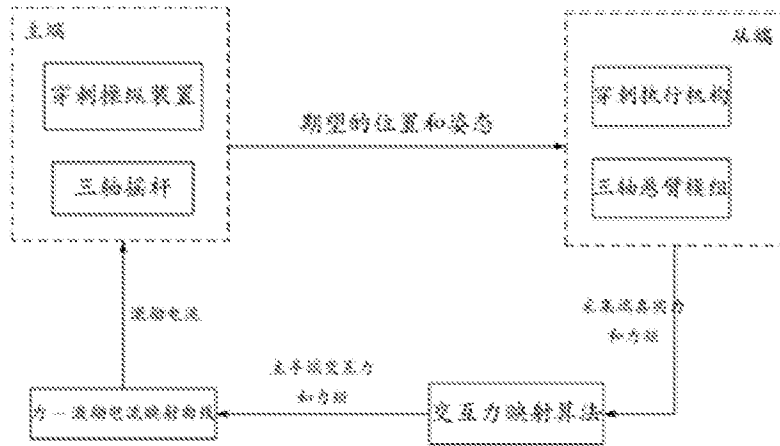


图 7

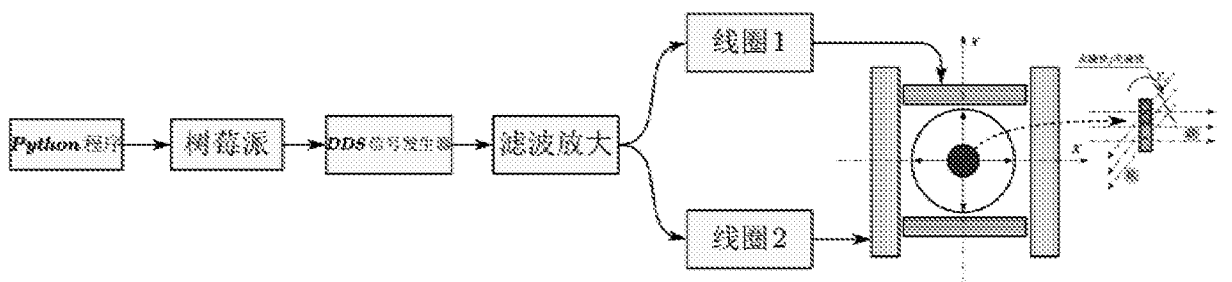


图 8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/083562

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
A61B 34/30(2016.01)j		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
A61B		
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)		
CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 深圳高性能医疗器械国家研究院, 郑海荣, 周寿军, 温铁祥, 林晓峰, 磁铁, 磁体, 线圈, 力, 反馈, 多自由度, 万向, 编码器, magnet, coil, force, feedback, gimbal, code		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 112214931 A (WUHAN UNIVERSITY) 12 January 2021 (2021-01-12) description, paragraphs [0014] and [0063]-[0117], and figures 1-5	1-10
A	CN 104598033 A (WUHAN UNIVERSITY) 06 May 2015 (2015-05-06) entire document	1-10
A	CN 101637913 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 03 February 2010 (2010-02-03) entire document	1-10
A	CN 111993400 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, SHENZHEN) 27 November 2020 (2020-11-27) entire document	1-10
A	CN 105534599 A (TIANJIN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 04 May 2016 (2016-05-04) entire document	1-10
A	CN 104127245 A (CHONGQING INSTITUTE OF GREEN AND INTELLIGENT TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 05 November 2014 (2014-11-05) entire document	1-10
A	CN 111839740 A (TIANJIN UNIVERSITY) 30 October 2020 (2020-10-30) entire document	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "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 "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
20 December 2021		06 January 2022
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2021/083562**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5160877 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 03 November 1992 (1992-11-03) entire document	1-10
.....		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2021/083562**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112214931	A	12 January 2021	None			
CN	104598033	A	06 May 2015	None			
CN	101637913	A	03 February 2010	None			
CN	111993400	A	27 November 2020	None			
CN	105534599	A	04 May 2016	None			
CN	104127245	A	05 November 2014	None			
CN	111839740	A	30 October 2020	None			
US	5160877	A	03 November 1992	DE	4108317	A1	17 October 1991
				DE	4108317	C2	10 November 1994
				JP	H03265908	A	27 November 1991
				JP	2834832	B2	14 December 1998

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/083562

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>A61B 34/30 (2016.01) i</p> <p>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</p>																										
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>A61B</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNPAT, CNKI, WPI, EP0DOC: 深圳高性能医疗器械国家研究院, 郑海荣, 周寿军, 温铁祥, 林晓峰, 磁铁, 磁体, 线圈, 力, 反馈, 多自由度, 万向, 编码器, magnet, coil, force, feedback, gimbal, code</p>																										
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 112214931 A (武汉大学) 2021年1月12日 (2021 - 01 - 12) 说明书第[0014]、[0063]-[0117]段, 图1-5</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104598033 A (武汉大学) 2015年5月6日 (2015 - 05 - 06) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101637913 A (东南大学) 2010年2月3日 (2010 - 02 - 03) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111993400 A (哈尔滨工业大学深圳) 2020年11月27日 (2020 - 11 - 27) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105534599 A (天津理工大学) 2016年5月4日 (2016 - 05 - 04) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104127245 A (中国科学院重庆绿色智能技术研究院) 2014年11月5日 (2014 - 11 - 05) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111839740 A (天津大学) 2020年10月30日 (2020 - 10 - 30) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 112214931 A (武汉大学) 2021年1月12日 (2021 - 01 - 12) 说明书第[0014]、[0063]-[0117]段, 图1-5	1-10	A	CN 104598033 A (武汉大学) 2015年5月6日 (2015 - 05 - 06) 全文	1-10	A	CN 101637913 A (东南大学) 2010年2月3日 (2010 - 02 - 03) 全文	1-10	A	CN 111993400 A (哈尔滨工业大学深圳) 2020年11月27日 (2020 - 11 - 27) 全文	1-10	A	CN 105534599 A (天津理工大学) 2016年5月4日 (2016 - 05 - 04) 全文	1-10	A	CN 104127245 A (中国科学院重庆绿色智能技术研究院) 2014年11月5日 (2014 - 11 - 05) 全文	1-10	A	CN 111839740 A (天津大学) 2020年10月30日 (2020 - 10 - 30) 全文	1-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
X	CN 112214931 A (武汉大学) 2021年1月12日 (2021 - 01 - 12) 说明书第[0014]、[0063]-[0117]段, 图1-5	1-10																								
A	CN 104598033 A (武汉大学) 2015年5月6日 (2015 - 05 - 06) 全文	1-10																								
A	CN 101637913 A (东南大学) 2010年2月3日 (2010 - 02 - 03) 全文	1-10																								
A	CN 111993400 A (哈尔滨工业大学深圳) 2020年11月27日 (2020 - 11 - 27) 全文	1-10																								
A	CN 105534599 A (天津理工大学) 2016年5月4日 (2016 - 05 - 04) 全文	1-10																								
A	CN 104127245 A (中国科学院重庆绿色智能技术研究院) 2014年11月5日 (2014 - 11 - 05) 全文	1-10																								
A	CN 111839740 A (天津大学) 2020年10月30日 (2020 - 10 - 30) 全文	1-10																								
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 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                      “&amp;” 同族专利的文件</p>																										
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2021年12月20日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2022年1月6日</p>																								
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>李尹岑</p> <p>电话号码 86-(10)-53962490</p>																								

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
A	US 5160877 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 1992年11月3日 (1992 - 11 - 03) 全文	1-10

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/083562

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	112214931	A	2021年1月12日	无			
CN	104598033	A	2015年5月6日	无			
CN	101637913	A	2010年2月3日	无			
CN	111993400	A	2020年11月27日	无			
CN	105534599	A	2016年5月4日	无			
CN	104127245	A	2014年11月5日	无			
CN	111839740	A	2020年10月30日	无			
US	5160877	A	1992年11月3日	DE	4108317	A1	1991年10月17日
				DE	4108317	C2	1994年11月10日
				JP	H03265908	A	1991年11月27日
				JP	2834832	B2	1998年12月14日